DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Dreizehnter Jahrgang | 13. März 1925 | Heft 11

Zur Erinnerung an Gustav Kirchhoff.

Von E. WARBURG, Berlin.

Während HELMHOLTZ' Persönlichkeit in der umfangreichen Biographie KÖNIGSBERGERS eingehend geschildert wurde, ist über KIRCHHOFFS Persönlichkeit, außer dem allgemeinen in den Nachrufen von BOLTZMANN, R. v. HELMHOLTZ, A. W. HOFMANN u. a. enthaltenem wenig bekannt; nur das Vorwort zu der erwähnten Schrift BOLTZMANNS enthält einige biographische Notizen nach Briefen von KÖNIGSBERGER, QUINCKE, KRAUSE als „Vorarbeit zu einer Biographie". Infolge einer Anfrage von mir bei KIRCHHOFFS Kindern ist eine große Zahl von Briefen KIRCHHOFFS an seine Brüder, seine Mutter und einige Fachgenossen, sowie von Briefen seiner ersten Frau CLARA aufgefunden worden. Ich erlaube mir, eine Auswahl davon mitzuteilen. Zwar enthält das Material nichts auf wissenschaftliche Fragen bezügliches, gewährt aber einen tiefen Einblick in das Gemütsleben KIRCHHOFFS, welcher in sehr innigem Verhältnis zu seinen Brüdern stand und sich ihnen gegenüber rückhaltlos äußerte.

GUSTAV ROBERT KIRCHHOFF wurde am 12. Mai 1824 in Königsberg geboren, als jüngster von drei Söhnen des Justizrats CARL FRIEDR. KIRCHHOFF und dessen zweiter Frau geb. v. WILCKE. Es war eine fröhliche Kinderzeit, welche die drei Brüder-CARL, OTTO und GUSTAV im elterlichen Hause verlebten. Sie waren große Freunde des Theaters und des Theaterspielens, es sind noch 40 Theaterzettel über die von ihnen aufgeführten Stücke vorhanden. Was insbesondere GUSTAV anlangt, so war er kleiner als seinem Alter entsprach, wie er überhaupt auch später kaum Mittelgröße erreichte, in früher Jugend hatte er außerdem etwas Mädchenhaftes, was ihm von seiten der Mutter den Beinamen Julchen eintrug. Besonders bemerkenswert aber ist, daß er — abweichend von seinem späteren Verhalten — in der ersten Jugendzeit sehr lebhaft und gesprächig war und immer wieder zur Ruhe ermahnt werden mußte

Die Brüder besuchten das Kneiphofsche Gymnasium, an welchem GUSTAV mit 18 Jahren 1842 das Abiturientenexamen machte, das er in einem Brief seinem Bruder OTTO in allen Einzelheiten schildert. Sprachen waren nicht seine Stärke, die Prüfung fiel sonst besonders gut aus. Das Zeugnis besagt, daß er Mathematik zu studieren beabsichtige. „Ich ging sogleich zum Köhler uud pumpte mir einen Albertus[1]), um die Mutter damit zu überraschen . . . ich gehe nun schon eine Woche mit dem Albertus in der Stadt herum, muß aber wegen meiner Kleinheit öfter dabei hören: ach, ein kleiner Student! Ich ärgere mich jetzt mehr denn je über meine Kleinheit und würde mich auf der Universität besser amüsieren, wenn meine Gestalt mit meinen Jahren im Einklang wäre. Ich bin jetzt in einer Periode, in welcher ich an allen meinen Fähigkeiten zu zweifeln beginne; und mehr als einmal habe ich mir die Frage vorgelegt, ob ich wirklich einen Beruf für die Mathematik habe und nicht besser täte, dieses Studium ganz aufzugeben, das mir bisher doch soviel Freude gemacht hat."

Mit diesem Zweifel an der eigenen Befähigung, der hier zum erstenmal auftritt, hat KIRCHHOFF während seines ganzen Lebens zu kämpfen gehabt.

Über seine Studien an der Universität Königsberg schreibt er an seinen Bruder Otto folgendermaßen:

„Ich höre jetzt ein Kolleg, das auch du gehört hast, Experimentalchemie bei . . . Du wirst dich entsinnen, wie sehr ich dich damals darum beneidet habe. Jetzt ist mein Eifer dafür sehr abgekühlt. . . . s Vortrag ist so einschläfernd und seine Ungeschicklichkeit, bei der ihm fast kein Experiment das erste Mal gelingt, so groß, daß ich mich meist etwas langweile. Mein Vertrauen zu ihm wurde mir gleich anfangs genommen, als er kurz die Hauptsachen der Physik vortrug; denn hier bemerkte ich sogleich Unrichtigkeiten und Widersprüche. NEUMANN ist jetzt mein Hauptlehrer, dem ich mit größtem Vergnügen und Eifer zuhöre. Durch ihn ist auch großenteils meinem Schwanken, welcher Wissenschaft ich mich zuwenden soll, ein Ende gemacht und ich bin fest entschlossen, mich ganz auf die Physik zu legen, wenn das auch langweilige Beobachtungen und noch langweiligere Rechnungen mit sich bringt. Von ersteren habe ich neulich eine kleine Probe gehabt, da saß ich von 10 Uhr abends bis 2 Uhr im Albertinum hinter einem Fernrohr und beobachtete bei nur 1° Wärme von 15 zu 15 Sekunden einen Magneten, dessen Stand ich aufschreiben mußte. Doch bei einer Zigarre und einigen von den kleinen Sandkuchen, mit denen die sorgsame Mutter meine Taschen gefüllt hatte, vergingen die 4 Stunden pfeilschnell, ehe ich es gedacht hatte."

Neben dem Studium wurde jedoch das Amüsement nicht vernachlässigt: Theater, Trinkgesellschaften, Maskeraden, Turnübungen — seine „neuste Passion" — besucht. Insbesondere beteiligte er sich eifrig an der großen Säkularfeier der Albertina, worüber er schreibt: „Ich habe mich schon sehr lange darauf gefreut, schon als ich Tertianer war schätzte ich mich glücklich, gerade um diese Zeit auf die Universität kommen zu können. Alles was ich von diesen Tagen erwarten

[1]) Das Bild des heiligen Albertus wird von den Königsberger Studenten an der Mütze getragen.

konnte, haben sie mir nun geboten: glänzende Aufzüge, großartige Abendgesellschaften und fidele Kneipen. Das sonst so ruhige und anständige Leben in Königsberg hatte sich in dieser Zeit völlig umgestaltet. Den ganzen Tag über zogen Horden von Philistern und Studenten singend und jubelnd, ohne daß man Anstoß daran genommen hätte, durch die Straßen, von einer Kneipe in die andere."

KIRCHHOFFS erste Arbeit stammt aus dem NEUMANNschen Seminar und ist betitelt: Über den Durchgang des elektrischen Stroms durch eine Ebene, insbesondere durch eine kreisförmige, Pogg. Ann. **64**, 1845; sie enthält zugleich den Ausspruch und Beweis der „Kirchhoffschen Gesetze" über die Verteilung elektrischer Ströme in einem System linearer Leiter (S. 15 d. gesammelt. Abhandl.). Die Arbeit trug ihm an der Königsberger Fakultät den doppelten Preis ein, veranlaßte die physikalische Gesellschaft zu Berlin ihn zum auswärtigen Mitglied zu ernennen mit der Aufforderung, über die ihm nahe liegenden Teile der Elektrizitätslehre im Jahrgang 1846 der Fortschritte der Physik zu berichten und diente ihm endlich als Doktorarbeit, auf welche er am 4. September 1846 promovierte. Über die Arbeit schreibt er unterm 16. Januar 1847 an seinen Bruder Otto: „Ich habe . . . mit meiner Arbeit den Preis gewonnen und zwar . . . den doppelten Preis. Das war mir eine große Überraschung. Ich hatte kein Vertrauen zu der Güte meiner Arbeit und glaubte, als mir wenige Tage vorher NEUMANN eine Andeutung von einer Preiserteilung machte, er habe mir diese aus Mitleid mit meiner Hypochondrie gemacht, die er gemerkt hatte. Daß mir aber der doppelte Preis zuerkannt ist . . ., das ist doch wohl ein Zeichen dafür, daß an der Arbeit einiges Gute ist. Und das ist mir ein großer Trost und gibt mir Mut zur weiteren Ausführung derselben. Beim Zusammenschreiben ging mir dieser beinahe ganz aus und ich dachte, NEUMANN würde mich fragen, was ich in diesen 3 Monaten getan habe. Erst einige Stunden nach Beginn des neuen Jahres war ich mit dem Niederschreiben fertig und brachte sie dem Dekan. So angestrengt habe ich noch nie in meinem Leben gearbeitet. Ich glaubte, ich würde, als sie fertig war, zusammensinken. Aber quod non! Ich fühlte mich noch nie so glücklich und so heiter. Dem Vater habe ich noch nichts von der Freude, die mir zuteil geworden ist, gesagt, er soll die Überraschung erst aus der Zeitung erfahren."

Ferner unterm 9. Juni 1847: „Du weißt, daß ich die Preisarbeit, was erlaubt ist, mit zur Doktorarbeit benutzen wollte. In einigen Wochen glaubte ich sie fertig machen zu können, aber ich war krank und nun sind schon 5 Monate darüber vergangen, während deren ich nur an und für sich ganz uninteressante Zahlenrechnungen zu machen hatte, bis ich endlich bemerken mußte, daß ich nicht auf dem richtigen Wege sei. Diese Unbesonnenheit ist, wie ich glaube, auf meinen temporären Körperzustand zurückzuführen, wenigstens trägt er einen großen Teil der Schuld. Ich hoffe, daß es mir nicht eigentümlich ist, vorher nicht sorgsam zu überlegen, wie ich eine Arbeit durchzuführen habe, bevor ich sie beginne."

Auch die Ehrung durch die Physikalische Gesellschaft hat ihm viele Freude gemacht. Doch lehnt er den Glückwunsch des Bruders dazu ab mit dem Bemerken, ein jeder könne Mitglied der Gesellschaft werden; „was mich so freute war lediglich der Umstand, daß ich aufgefordert worden bin, Mitglied zu werden."

Die philosophische Fakultät der Universität Königsberg beantragte beim Minister für KIRCHHOFF ein Stipendium zu einer Reise nach Paris. Infolge hiervon beabsichtigt er „im Oktober 1846 nach Berlin zu gehen, sich dort $^1/_2$ Jahr aufzuhalten und dann in die Welt hinaus zu fliegen." Zu der Reise nach Paris kam es indessen nicht, besonders weil MAGNUS und JACOBI ihm rieten, das beantragte Geld lieber für einen weiteren Aufenthalt in Berlin zu erbitten. So geschah es, daß er sich in Berlin habilitierte. Die Reise nach Berlin machte er mit seinem Bruder Carl, an Bruder Otto schreibt er darüber: „Die Strecke von 12 Meilen durchfuhren wir in $2^1/_2$ Stunden. Diese $2^1/_2$ Stunden waren die schönsten, die ich seitdem erlebt habe. Der Reiz der Neuheit, den das Fahren mit dem Dampfwagen für mich hatte, das Zusammensein mit Carl, die Erwartung alles dessen, was mich in Berlin erwartete, das alles stimmte mich ungemein glücklich." In Berlin bat er um eine Audienz bei dem Minister EICHHORN. „Ich glaube nun nicht, daß ich den Herrn Minister durch meine Unterhaltung und durch mein ganzes Wesen günstiger für das Gesuch stimmen werde, als durch das Schreiben der Fakultät an ihn schon geschehen sein kann, obgleich ich mir dazu ein Paar neue Glacéhandschuh gekauft habe." An den Bruder Otto schreibt er unterm 8. Januar 1848: „Mich beschleicht Wehmut, wenn ich bedenke, daß ich solange von meinen Eltern getrennt leben muß. Ob ich freilich den Platz ausfüllen, ein bewährter Dozent werden, und die in mich gesetzten Erwartungen erfüllen werde, das ist eine Besorgnis, die mich mit recht beunruhigt. Ich habe zwar bei vielen Leuten, auf deren Urteil darin ich etwas geben kann, eine gute Meinung von mir gefunden und ich glaube daraus schließen zu können, daß wirklich etwas in mir ist, was mich vor anderen auszeichnet. Aber dafür geht mir auch so vieles ab, was der gewöhnliche Mensch besitzt. Ich glaube, daß diese Mängel in einer gewissen Unruhe begründet liegen, die ich selten bemeistern kann und daß diese Unruhe mit meinem körperlichen Zustande zusammenhängt. Aber wird dieses sich jemals ändern?"

Und unterm 20. September 1848 an denselben: „Ich bin jetzt wohlbestellter Privatdozent und bereite mich auf die Vorlesung vor, die ich im nächsten Semester halten will; auch mit anderen Arbeiten bin ich beschäftigt, so auch mit einem Brief an die Pariser Akademie, der ich auf den

Rat JACOBIS eine Bemerkung, die ich gemacht habe, mitteilen will. Du Bois hilft mir dabei mit seinem Französisch aus. Ich wünsche mir Glück mit Du Bois bekannt geworden zu sein, manche angenehme Stunde habe ich mit ihm verlebt und manches von ihm gelernt." Auch sonst hatte KIRCHHOFF in Berlin angenehme persönliche Beziehungen, u. a. zu POGGENDORFF, KARSTEN, KNOBLAUCH, DIRICHLET, dazu öfter Besuch alter Bekannter. Gelegentlich eines solchen Besuchs teilte sein alter Lehrer, der Mathematiker RICHELOT aus Königsberg, ihm mit, daß ihn das Ministerium nach Breslau in eine Stelle für Experimentalphysik berufen wolle. „Ich weiß nicht," schreibt er den Eltern, „ob ich mir das wünschen soll, wenngleich ich es selbstverständlich nicht ablehnen würde. Ein Ruf für mathematische Physik wäre das für mich passende, mir willkommene. Aber es handelt sich um ein Extraordinariat für experimentelle Physik und da fehlt mir doch jede Übung." Doch gab es damals noch keine Stellung für mathematische Physik. „Wenn ich also", schreibt er dem Vater, „eine Anstellung haben will, so muß ich mich aus dem Gedankenkreise herausreißen, in dem ich mich zu bewegen gewohnt bin. Aber vielleicht wäre es gerade wohltätig für mich, in das experimentelle hinein versetzt zu werden, wie ja auch eine Pflanze, die in anderen Boden verpflanzt wird, kräftiger in ihr emporwächst." Der Ruf traf 1850 ein. Die Direktion des Institutes wurde zwischen dem Breslauer Ordinarius und KIRCHHOFF geteilt. Über dieses Condominium schreibt KIRCHHOFF an seinen Bruder Carl unterm 10. Januar 1852: „Du weißt, daß ich die Benutzung des physikalischen Kabinetts zusammen mit ... habe, der der ord. Professor für Physik hier ist. Es ist dies eine ausnahmsweise Stellung, die um so schwieriger ist, als unsere beiderseitigen Rechte und Pflichten vom Ministerium durch keinerlei nähere Bestimmungen festgestellt sind. Das übelste bei der Sache ist aber, wie mir gleich bei meinem ersten Hiersein gesagt wurde und wie ich auch selbst mehrfach erfahren habe, daß ... ein Mensch ist, der stets die Grenzen seiner Befugnisse auszudehnen bestrebt ist. Es konnte daher an gelegentlichen Reibungen nicht fehlen; solche Streitigkeiten sind mir aber meiner ganzen Natur nach in den Tod zuwider; oft unterließ ich etwas, was ich hätte tun sollen, nur um Streit zu vermeiden. Du begreifst, daß in diesen Verhältnissen, für die ich keine Möglichkeit einer Änderung absehe, ein Grund für Mißstimmung liegt. Auf der anderen Seite wird mir hier aber so viel Angenehmes geboten, daß ich eigentlich Grund hätte, glücklich zu sein. Es ist dies auch der erste Brief, dem ich jene Klagen anvertraue."

Über die angenehmen persönlichen Beziehungen, deren er sich in Breslau zu erfreuen hatte, äußert er sich folgendermaßen: „Seit meiner Kindheit war es unerläßliche Bedingung meines Wohlbehagens, daß ich einen Menschen hatte, an den ich mich anschließen und den ich zum Vertrauten meines Herzens machen konnte. Als wir Kinder waren, wart ihr Brüder es, von denen der eine oder der andere mir eine solche Stütze war; und wo ich in späteren Jahren mich wohl befunden habe, da hat mir eine ähnliche nicht gefehlt. Auch hier habe ich eine solche gefunden

an einem Kollegen namens DUFLOS. Er ist Franzose von Geburt, doch kam er schon als Knabe nach Deutschland ..."

Ferner schreibt er an die Mutter unterm 21. Mai 1851: „Mein Aufenthalt in Breslau ist mir neuerdings angenehmer geworden durch die Besetzung der Professur der Chemie, die durch den Tod schon vor $^3/_4$ Jahren erledigt worden war. Zu Anfang des Semesters kam der neue Chemiker Prof. BUNSEN, früher in Marburg, hier an; über seine Berufung freue ich mich ungemein, weil ich in ihm einen ausgezeichneten Fachgenossen erhalten habe und weil er ein Mensch von ungewöhnlicher Liebenswürdigkeit ist. Seine Ankunft gab zu Gesellschaften Anlaß, bei denen ich auch war ..."

Dem Bruder Carl teilt er mit: „BUNSEN erweist mir die Ehre, meine Vorlesung, die um 5 Uhr beginnt, zu hören; ebenso ein anderer Bekannter von mir, Dr. BAUMERT. Wenn die Vorlesung beendet ist, gehen wir drei dann zu DUFLOS, holen ihn ab und verfügen uns nun gemeinsam in eine Bier- oder auch einmal Weinstube, um unser Abendbrot dort zu verzehren."

In Breslau angelangt, sah KIRCHHOFF sich sogleich genötigt, auf ärztlichen Rat um Urlaub für das Sommersemester zu bitten. Er ging zu seiner Erholung nach Königsberg an die See, wohin HELMHOLTZ sich aus gleichem Grunde begeben

hatte. Dort lernten beide sich genauer kennen. Wie HELMHOLTZ über KIRCHHOFF urteilt geht aus einem Brief des ersteren an den Physiologen LUDWIG, damals in Zürich, vom Jahre 1851 hervor: „. . . dagegen würdest Du mit KIRCHHOFF in Verbindung großes zu Stande bringen können. KIRCHHOFF ist von dem bewunderungswürdigsten Scharfblick und Klarheit, in den verwickeltsten Verhältnissen, ich wünschte es Dir und der Physiologie sehr, daß KIRCHHOFF zu euch komme." Dem möge gegenübergestellt werden, daß KIRCHHOFF im Jahre 1857 über HELMHOLTZ schreibt: „Es ist das der talentvollste von allen jungen Männern, die mir bekannt sind, und zugleich ein sehr liebenswürdiger Mensch."

Zu KIRCHHOFFS großem Leidwesen folgte BUNSEN schon im Jahre 1852 einem Ruf nach Heidelberg; doch gelang es BUNSEN, KIRCHHOFF die Anfang 1854 durch JOLLYS Berufung nach München freigewordene Professur der Physik zu verschaffen. BUNSEN schreibt an KIRCHHOFF im Jahre 1854: „Die gestrige Fakultätssitzung ist auf eine in den Annalen der Fakultät noch nicht dagewesene Weise verlaufen. *Sie* sind nämlich einstimmig und allein von der Fakultät zum Nachfolger JOLLYS vorgeschlagen worden. Morgen geht mein zwei Bogen langer Fakultätsbericht samt den Sie empfehlenden Briefen von WEBER, v. ETTINGSHAUSEN, REGNAULT u. a., denen dieses Resultat besonders zu verdanken ist, nach Karlsruhe ab. *Vermeiden Sie in Ihrer Antwort an das Ministerium jede Äußerung einer unzeitigen Bescheidenheit.*"

Und schon am 5. September 1854 kann KIRCHHOFF dem Bruder Otto melden: „Du weißt, daß meine amtliche Stellung in Breslau mich nicht befriedigen konnte, daß ich BUNSEN schmerzlich vermisse, an dessen Umgang ich wissenschaftlich und persönlich so viel gehabt habe, du weißt endlich wie sehr alle, die Heidelberg kennen, für diesen Ort schwärmen. Eben erhalte ich einen Brief von dem badischen Minister in Karlsruhe, ob ich einen Ruf als ord. Prof. d. Physik an der Heidelberger Universität annehmen wolle. Du kannst dir denken, daß ich nicht nein sagen werde. Ganz überraschend ist diese Sache nicht gekommen, schon seit einem Jahre hat sie mich in Spannung gehalten. Damals hatte nämlich JOLLY, der Prof. der Physik in Heidelberg, einen Ruf nach München erhalten und BUNSEN schrieb mir damals gleich, daß er allen seinen Einfluß daran setzen werde, mich an jenes Stelle zu bringen." An den Bruder Carl schreibt er unterm 18. Oktober 1854: „Täglich erwarte ich jetzt meinen Abschied und rüste mich zur Reise nach Heidelberg. Daß ich mit vielen schönen Hoffnungen dorthin gehe, schrieb ich dir schon. Auch meine pekuniäre Lage wird eine glänzende sein, ich bekomme zusammen über 1100 Thaler. Wenn ich mein bisheriges Leben überdenke, so muß ich das Glück bewundern, welches ich gehabt habe, überall Männer zu finden, welche so wohlwollend und so erfolgreich sich meiner angenommen und in meiner Laufbahn mich vorwärts gebracht haben, ohne daß ich selbst dabei tätig gewesen bin. Das meiste verdanke ich NEUMANN, der mich wissenschaftlich gebildet und auch auf meine Laufbahn gebracht hat, indem er dadurch, daß er mir das Reisestipendium verschaffte, mich veranlaßte, nach Berlin zu gehen, woran ich früher nie gedacht hatte. Den Gedanken, mich zu habilitieren, riefen JACOBI und MAGNUS in mir hervor. Auf Veranlassung derselben Männer meldete ich mich zu der in Breslau frei gewordenen Stelle, und daß ich diese erhielt glaube ich ebenfalls ihrem Einfluß zuschreiben zu sollen. Hier in Breslau lernte ich BUNSEN kennen und hatte mit diesem die $1^1/_2$ Jahre, die er hier war, genaueren Umgang. Als in Heidelberg die Professur nun neu zu besetzen war, wandte er seinen Einfluß an mit einem Eifer, der mir sein Wohlwollen zeigt. Aber durch alles das wird mein Selbstvertrauen nicht so gestärkt, daß sich nicht bange Besorgnis in die Hoffnungen mischt, mit denen ich in meine neue Stellung trete. Wird es mir gelingen, die Erwartungen zu befriedigen, die man von mir hegt? Mein Vorgänger in Heidelberg hat einen ungemein ansprechenden Vortrag und ich habe auffallend wenig die Rede in meiner Gewalt."

In Heidelberg wurde KIRCHHOFF in dem dortigen geselligen Kreis, dessen Mittelpunkt der Historiker HAEUSSER war, sehr freundlich aufgenommen. Unterm 17. Dezember 1854 schreibt er: „Jetzt habe ich mich schon so ziemlich eingelebt und fange an, mich behaglich zu fühlen. Nur die vielen Gesellschaften gefallen mir nicht, in die ich als neuer Ankömmling geladen werde und aus denen man erst um 1, ja manchmal erst um 3 Uhr morgens nach Hause geht. So zu schwärmen das ist mir ganz ungewohnt und bekommt mir nicht. Wenn ich mich in den Gesellschaften auch ganz gut amüsiere, so bin ich doch den Tag müde und das Lesen wird mir sauer." Der hauptsächlichste Anziehungspunkt für ihn war aber BUNSEN. Die beiden Freunde nebeneinander gehen und sich wissenschaftlich unterhalten zu sehen, wie das täglich der Fall war, war ein auffallender Anblick, der auch von einem geschickten Karikaturenzeichner festgehalten ist. BUNSEN 13 Jahre älter, groß und breitschultrig mit hohem Zylinderhut, daneben KIRCHHOFFS kleine, zierliche Figur.

In den großen Ferien des Jahres 1856 suchte KIRCHHOFF die alte Heimat auf, wo er die Tochter Clara seines Lehrers RICHELOT näher kennenlernte und sich mit ihr verlobte, als er, nach Heidelberg zurückgekehrt, acht Tage später wieder in Königsberg erschienen war. Am 16. August 1857 war die Hochzeit, und es folgten nun glückliche Jahre im Verein mit der um 14 Jahre jüngeren, lebenslustigen Frau, die in Heidelberg sehr gefiel und mit offenen Armen, besonders wieder von HAEUSSER aufgenommen wurde. Der Verkehr mit KIRCHHOFFS „früherer Frau" — so war BUNSEN von HAEUSSER genannt worden — litt zwar zunächst etwas durch die Heirat, indessen dauerte es nicht lange, bis BUNSEN bei KIRCHHOFFS Haus-

freund wurde, der später bei den Kindern eine bedeutende Rolle spielte, besonders wenn der „Onkel Hofrat" am Weihnachtsabend von ihnen beobachtet wurde, indem er mit Geschenken beladen und den noch mehr bepackten Institutsdiener hinter sich, auf der Straße herannahte.

An dem geselligen Leben Heidelbergs nahm das Kirchhoffsche Ehepaar regen Anteil, auch der alten Neigung KIRCHHOFFS zum Theater wurde durch ein Lesekränzchen Rechnung getragen. Er schreibt: „Viel Vergnügen gewährt mir das Lesekränzchen, dem wir hier beigetreten sind. Es wird mit verteilten Rollen gelesen, und diese Leseabende machen mir noch fast ebenso viel Vergnügen, wie vor zwanzig Jahren in Königsberg. Mein Rollenfach ist dabei ein weites. Gelesen habe ich Don Carlos, Shylock, Egmont, Odoardo Galotti. Unser Intrigant ist HELMHOLTZ, der sehr gut liest."

Im Jahre 1859 erfolgte die Entdeckung der Spektralanalyse. Die Anteile, die KIRCHHOFF und BUNSEN an dieser Entdeckung haben, gehen klar aus KIRCHHOFFS Notiz über die Fraunhoferschen Linien (Ber. Berl. Akad., Oktober 1859, Ges. Abh. S. 564) hervor, wo er sagt: „Bei Gelegenheit einer von BUNSEN und mir in Gemeinschaft ausgeführten Untersuchung über die Spektren farbiger Flammen, durch welche es uns möglich geworden ist, die qualitative Zusammensetzung komplizierter Gemenge aus dem Anblick des Spektrums ihrer Lötrohrflamme zu erkennen, habe ich einige Beobachtungen gemacht, welche einen unerwarteten Aufschluß über den Ursprung der Fraunhoferschen Linien geben und zu Schlüssen berechtigen von diesen auf die stoffliche Beschaffenheit der Atmosphäre der Sonne und vielleicht auch der helleren Fixsterne." Der Schluß auf die Zusammensetzung der Sonnenatmosphäre aus den Fraunhoferschen Linien gehört daher ausschließlich KIRCHHOFF an. An Bruder Otto schreibt er darüber am 11. Mai 1860: „Da Du auch ein halber Chemiker bist wie ich und vielleicht ein besserer als ich, so will ich dir mitteilen, daß ich jetzt mich sehr eifrig mit Chemie beschäftige. Ich will nämlich nichts geringeres, als die Sonne chemisch analysieren und vielleicht später auch die Fixsterne. Ich habe das Glück gehabt, den Schlüssel zur Lösung dieser Aufgabe zu finden. Das klingt sehr wunderlich und ich habe es einem entfernten Bekannten von mir, einem Doktor der Philosophie, nicht verdacht, daß er mir bei einem Spaziergange neulich erzählte, ein verrückter Kerl wolle auf der Sonne Natrium entdeckt haben. Ich suchte diesem begreiflich zu machen, daß die Sache so unsinnig nicht sei, und daß es wirklich möglich sein müsse, von dem Licht, das ein Körper aussende, auf die chemische Beschaffenheit desselben Schlüsse zu ziehen, aus dem Sonnenlicht also auf die der Sonne. Dabei konnte ich der Versuchung nicht widerstehen, ihm zu sagen, daß ich dieser verrückte Kerl sei."

Über die Sonne hielt KIRCHHOFF in Heidelberg, und, vor dem Großherzog, in Karlsruhe einen populären, sehr beifällig aufgenommenen Vortrag, von dem das vielfach durchkorrigierte Manuskript noch erhalten ist und zeigt, welche Sorgfalt KIRCHHOFF auch dieser Aufgabe — wie jeder, die er sich stellte — widmete. Nun regneten Auszeichnungen auf KIRCHHOFF herab; Frau Clara schreibt darüber an ihre Schwägerin: „Ich bin hier so glücklich, es gibt so viele Menschen hier, die sich für alles interessieren, das uns angeht. Das haben wir wieder so recht bei den vielen Geschenken und Auszeichnungen gesehen, die Gustav bekommen hat. Da war auch nicht Einer, der Gustav darum beneidete, eine Zeitlang bekam ich unaufhörlich Besuche von Leuten, die mir gratulierten. Die neueste Auszeichnung war die goldene RUMFORDmedaille mit noch ebenso viel Geld als sie wert ist." Betreffend die RUMFORDmedaille erzählte KIRCHHOFF gern folgende, auch von R. v. HELMHOLTZ mitgeteilte Anekdote: Gelegentlich eines Gesprächs über die Metalle in der Sonne hatte sein Bankier ihn gefragt, was es ihm nütze, wenn die ganze Sonne aus Gold bestünde. Als er nun zu dem Bankier ging, um den Betrag der Medaille erheben zu lassen, sagte er zu diesem: „Sehn Sie, da habe ich mir doch etwas von dem Golde auf der Sonne geholt." Überhaupt war KIRCHHOFF ein Freund von Anekdoten, die er sehr hübsch zu erzählen wußte; besonders BUNSEN gab ihm vielen Stoff dazu.

Inzwischen näherte sich die glückliche Zeit ihrem Ende. KIRCHHOFF hatte das Mißgeschick sich auf der Treppe den Fuß zu verstauchen, infolge wovon er mehrere Jahre an Krücken gehen mußte und dauernd Schmerzen auszustehen hatte. Die Frau Clara erkrankte an einer Rippenfellentzündung und bald darauf an der Schwindsucht. 1869 stand KIRCHHOFF, auf Krücken gestützt, an dem Sarge der geliebten Gattin. Er schreibt darüber an DU BOIS unterm 2. Juni 1869 indem er diesem für seine Teilnahme dankt: „Ich habe in meinem Leben viel unverdientes Glück gehabt; jetzt ist das Unglück über mich gekommen. Meine Familie ist zerstreut, meine beiden Töchter habe ich meiner Schwiegermutter nach Königsberg mitgegeben; meine beiden Knaben sind bei mir, zu ihrer Beaufsichtigung habe ich einen Studenten in mein Haus genommen. Ich suche mich durch wissenschaftliche Beschäftigung zu zerstreuen, aber das Arbeiten gelingt schlecht, das Messer, mit dem ich schneiden will, ist stumpf. Mit meinem Fuß geht es ein klein wenig besser und ich hoffe, daß er wieder gesund werden wird." An den Bruder Otto schreibt er: „Mich hat nun das lange drohende Unglück, meine innig geliebte Frau zu verlieren, getroffen. Noch ist mein Schmerz zu neu, als daß ich ihn in seiner ganzen Schärfe empfinden könnte; ich bin noch wie betäubt, auch ist meine Schwiegermutter, eine bewunderungswürdige Frau, noch bei mir und macht, daß ich die Größe meines Verlustes noch nicht ganz fühle. Sehr bald muß diese aber fort, wahrscheinlich wird sie meine Pauline mit sich nehmen, dann wird es in meinem Hause öde und traurig sein." Und an denselben: „Die Teilnahme an meinem Unglück

ist hier allgemein. Clara war von allen, die sie kannten, geliebt wie vielleicht keine zweite Frau in Heidelberg. Die Teilnahme tut mir wohl, doch bestätigt sie auch die Größe des Verlustes."

Die freudlosen Jahre nach dem Tode der Frau Clara nahmen ein Ende, als KIRCHHOFF sich im Jahre 1872 mit Frl. LUISE BRÖMMEL, Oberin in der Augenklinik von OTTO BECKER wieder verheiratete. Auch diese Ehe war eine sehr glückliche, und KIRCHHOFFS Haus wurde wieder eine Stätte froher Geselligkeit.

Im Jahre 1872 wurde er in die durch KUNDTS Weggang erledigte Professur der Physik nach Würzburg berufen. Er lehnte diesen Ruf ab und schrieb am gleichen Tage an den badischen Kultusminister: „Nach dem, was in ähnlichen Fällen zu geschehen pflegt, ist es mir nicht unwahrscheinlich, daß auch über diese Angelegenheit eine Nachricht in die Zeitungen kommt; und daher halte ich es für meine Pflicht, Euer Exzellenz von dem Tatbestand derselben in Kenntnis zu setzen. In keiner Weise verfolge ich dabei die Absicht, auf eine Verbesserung meiner jetzigen Stellung hinzuwirken."

Ferner wurde KIRCHHOFF dreimal nach Berlin berufen, wobei DU BOIS die Verhandlungen führte. Das erstemal im Jahre 1870 als Nachfolger von MAGNUS. KIRCHHOFF hat offenbar sehr geschwankt ob er annehmen solle. Unterm 23. Mai 1870 schreibt er an DU BOIS: „Es überkommt mich ein Gefühl, das dem Schwindel einigermaßen ähnlich ist, bei dem Gedanken an die Stellung, die Du mir schilderst und die mir vielleicht geboten werden soll; sie ist ja die höchste, die ich anstreben könnte . . . mit Spannung sehe ich den Dingen, die da kommen sollen, entgegen." Indessen hatte der badische Dezernent JOLLY vorher die Nachricht erhalten, daß KIRCHHOFF ein Ruf nach Berlin bevorstehe und denselben gebeten, nicht bindend zuzusagen, ohne vorher in Karlsruhe Gelegenheit zu geben, ihn in Heidelberg zu halten, und als er diesem Wunsch entsprach, war der Ministerialrat NOKK nach Heidelberg gekommen und hatte Verbesserungen angeboten für den Fall, daß KIRCHHOFF bleibe. Hierzu entschloß sich dieser, und zwar gab hierbei, wie er unterm 9. Juni 1870 an DU BOIS schreibt, die Befürchtung den Ausschlag, daß vielleicht sein kranker Fuß den Anstrengungen in Berlin nicht gewachsen sein könnte. Als nun HELMHOLTZ an MAGNUS Stelle berufen wurde, schreibt KIRCHHOFF an DU BOIS: „Also HELMHOLTZ hast Du gefangen! So schmerzlich ich den Umgang desselben vermissen werde, so habe ich doch genug Liebe für die Wissenschaft, für Preußen und für die Berliner Universität, um auch eine gewisse Freude darüber zu empfinden. Ich blicke nun mit völliger Befriedigung auf den Entschluß zurück, den ich bei Deiner Anwesenheit gefaßt habe, da ich überzeugt bin, daß der Ausgang, den die Sache genommen hat, für mich wie für Euch der beste ist."

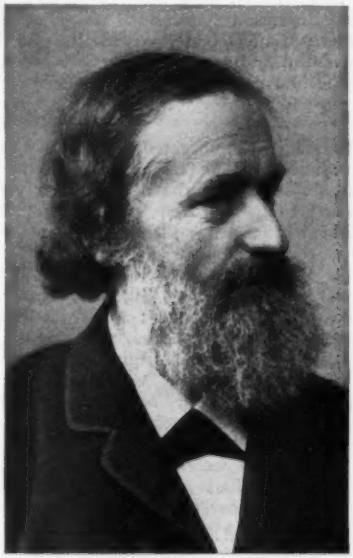
Im Jahre 1874 folgte der zweite Ruf nach Berlin. Diesmal handelte es sich um die Stelle des Direktors der bei Potsdam zu erbauenden astrophysikalischen Warte mit Dienstwohnung auf dem Telegrafenberg und 6000 Rth. Gehalt jährlich. „Eine fürstlichere Stellung in der Wissenschaft", schrieb DU BOIS an KIRCHHOFF, „ist noch kaum einem deutschen Gelehrten geboten worden, und es muß Dich doch auch locken, der Direktor einer großen Staatsanstalt zu sein, die aus Deiner Gedankenarbeit entsprungen ist." Die ablehnende Antwort KIRCHHOFFS ist nicht erhalten, sie schien DU BOIS teilweise auf Mißverständnissen zu beruhen, die er in einem zweiten Briefe aufklärte. Indessen blieb KIRCHHOFF bei seiner Ablehnung, indem er unterm 19. März 1874 an DU BOIS schrieb: „Ich habe gestern einen Brief von KUMMER, heute den Deinigen erhalten, ich muß Dir schreiben, was ich an KUMMER geschrieben habe, daß der Würfel gefallen ist, daß ich meinen Entschluß, hier zu bleiben, nicht ändern kann, da ich ihn auch der hiesigen Regierung ausgesprochen habe. Durch BUNSEN hatte unser Minister von der Sache erfahren und machte mir in zuvorkommender Weise Anerbietungen für den Fall, daß ich hier bleiben werde, und diese Anerbietungen habe ich angenommen. Selbstverständlich ist meine pekuniäre Stellung auch jetzt hier nicht so, wie sie in Potsdam sein würde; aber nicht diese Erwägung machte es mir schwer, die Entscheidung zu treffen, die ich getroffen habe; das wurde mir schwer durch die große Freundlichkeit, mit der mir von Berlin und ganz besonders von Dir entgegengekommen ist . . . Daß ich trotzdem den Ruf abgelehnt habe, hat, wie ich gern gestehen will, mit seinen Grund darin, daß es mir sehr schwer werden würde, von meinen Heidelberger Freunden mich zu trennen. Dazu kam der Wunsch, ungestört in der Richtung fortarbeiten zu können, in der ich seit einer Reihe von Jahren tätig gewesen bin, an der Herausgabe von Vorlesungen über mathematische Physik nämlich. Als Direktor der astrophysischen Warte hätte ich das nicht tun können; da hätte ich es für meine Pflicht gehalten, die Mittel des Institutes so gut zu benützen, als meine Kräfte es gestatten, und ich mußte fürchten, eine sehr mäßige Ausbeute zu erhalten und so in eine schiefe Stellung zu kommen."

Der dritte Ruf nach Berlin erfolgte im Herbst 1874, und zwar wollte die Akademie KIRCHHOFF eine freie, nur der Forschung gewidmete Stellung geben ohne die Verpflichtung, Vorlesungen zu halten. Unterm 27. September 1874 schreibt er an DU BOIS: „Ich eile, Deinen freundlichen Brief zu beantworten. Vor einigen Wochen schon hatte KRONECKER in Interlaken zu mir davon gesprochen, daß Ihr es noch nicht aufgegeben hättet, mich nach Berlin zu ziehen, und WEIERSTRASS setzte mir bei seiner neulichen Anwesenheit in Heidelberg näher den für mich so ehrenvollen Plan auseinander, nach dem ich als freier Akademiker dorthin berufen werden sollte. Ich sagte ihm, daß ich sehr bereit sei, darauf einzugehen. Die Verhältnisse sind hier jetzt wesentlich andere als bei

meiner Berufung an die astrophysische Warte. Ich folgte dieser nicht, weil ich die Verantwortlichkeit nicht glaubte übernehmen zu können, die der Direktor eines solchen Instituts tragen müßte, und weil mein Verbleiben in Heidelberg in Rücksicht auf meine Arbeiten und meine Lehrtätigkeit mir in hohem Grade wünschenswert erschien. Meine Arbeiten wurden wesentlich gefördert durch meinen wissenschaftlichen Umgang mit KÖNIGSBERGER; und durch mein Zusammenwirken mit diesem hatte sich an unserer Universität eine mathematisch-physikalische Schule gebildet, die unser Stolz und unsere Freude war. Bei der Stellung, die mir jetzt in Berlin geboten werden soll, fehlt, soweit ich sehe, eine Verantwortlichkeit, wie sie damals mich abstieß, und der Grund, der damals vorzugsweise an Heidelberg mich fesselte, ist auch fortgefallen, da KÖNIGSBERGER nach Dresden geht infolge davon, daß unser Minister trotz der dringendsten Vorstellungen unserer Fakultät nichts getan hat, um ihn hier zu halten." In der Tat hatte KIRCHHOFF dem Ministerium erklärt, wenn man KÖNIGSBERGER nicht halte, dann werde auch er bei der nächsten sich bietenden Gelegenheit ebenfalls Heidelberg verlassen. Das Anerbieten der Akademie wurde von dem Minister alsdann dahin modifiziert, daß KIRCHHOFF in eine neu zu gründende Professur für mathematische Physik berufen werden und daraus der eine Teil des Gehalts fließen sollte, so daß die Akademie aus ihrem Fond nur den andern Teil des Gehalts zu zahlen haben würde. Das Ministerium wünschte nämlich, daß die Akademie auch für den zu berufenden Direktor der astrophysischen Warte einen Teil des Gehalts zahle. KIRCHHOFF blieb auch unter diesen veränderten Umständen bei seiner Annahme des Rufs und siedelte am 1. April 1875 nach Berlin über.

Zuerst verlebte er dort angenehme Tage. Im Jahre 1881 hatte er die Freude, daß seine älteste Tochter Pauline sich mit dem dortigen Privatdozenten für Geologie und Paläontologie, Herrn v. BRANCA, verheiratete. In demselben Jahre beteiligte er sich als deutscher Delegierter an dem internationalen Kongreß der Elektriker in Paris.

Zu den vielen alten Freunden, die er in Berlin traf, wie DU BOIS, HELMHOLTZ u. a., kamen neue hinzu, unter denen besonders W. v. SIEMENS und GUSTAV v. HANSEMANN zu nennen sind. Mit letzterem zusammen hat KIRCHHOFF bekanntlich in dem Hansemannschen Privatlaboratorium experimentelle Untersuchungen, besonders über Wärmeleitung, angestellt und veröffentlicht. Größten Erfolg hatten seine physikalisch-mathematischen Vorlesungen, deren Schönheit von einem seiner Hörer, R. v. HELMHOLTZ, in dessen Nachruf eingehend geschildert ist. Die letzte Vorlesung hielt er im Winter 1886, nur mit großer Anstrengung konnte er sie zuletzt durchführen und kam dann stets sehr ermattet davon nach Hause; schon im Jahre 1884 lehnte er die Wahl zum Rektor der Universität ab, da er sich den Anstrengungen dieses Amtes nicht gewachsen fühlte. In der Tat fing die Krankheit, der er bald erliegen sollte, an, sich durch Schwindel und Fieberanfälle sowie leichte Nervenlähmungen zu zeigen, die Ursache wurde in einem Tumor im Gehirn gesucht. Dabei blieb er bis zuletzt



liebenswürdig und heiter, so daß die zahlreichen Freunde, die ihn besuchten, nicht den Eindruck hatten, bei einem Kranken zu sein. Am 17. Oktober 1887, nach einem Fieberanfall, schlief er ein, um nicht wieder zu erwachen. Eine letzte Ehrung empfing er nach dem Tode von der französischen Akademie, deren Sitzungsbericht besagt: Die Akademie mußte zum ersten Male den Preis erteilen, den JANSSEN im vorigen Jahre gestiftet hatte in Gestalt einer goldenen Medaille für einen wichtigen Fortschritt in der physikalischen Astronomie. Die Kommission beschließt einstimmig, GUSTAV KIRCHHOFF die Medaille zu erteilen, dem „illustre inventeur de l'analyse spectrale. Cette médaille sera deposée sur une tombe, KIRCHHOFF est mort à Berlin le 17. oct. dernier."

Es wäre wohl nicht im Sinne KIRCHHOFFS, die überaus zahlreichen Ehrungen aufzuzählen, die ihm zuteil geworden sind. Es genüge anzuführen, daß er Ritter des Ordens pour le mérite und korrespondierendes oder auswärtiges Mitglied aller bedeutenden Akademien und gelehrten Gesellschaften der Welt gewesen ist. Als man nach BUNSENS und KIRCHHOFFS Tode jenem vor seinem chemischen Laboratorium ein Denkmal setzen wollte, ergab sich der natürliche Gedanke, daß man die beiden, die als Menschen und Forscher so eng miteinander

verbunden gewesen waren, nun auch in einem Denkmal vereint darstellen sollte. Dieser Plan ist leider nicht ausgeführt worden, BUNSEN steht allein auf dem Postament. Auch ist zu bedauern, daß KIRCHHOFF in Berlin, der zweiten Hauptstätte seines Wirkens, ein Denkmal nicht errichtet ist. Dagegen hat das Deutsche Museum in München seine Bronzebüste, gemeißelt von RÖMER, in dem großen Ehrensaal zusammen mit den größten Forschern Deutschlands aufgestellt, und in der Berliner Universität steht seine von BEGAS herrührende Marmorbüste.

Von den hier mitgeteilten Briefen an Verwandte und Freunde hat man denselben Eindruck absoluter Wahrhaftigkeit, wie von den veröffentlichten Schriften KIRCHHOFFS, daß er nämlich nichts sagt, was er nicht meint und mit Sicherheit vertreten zu können glaubt. Diese absolute Wahrhaftigkeit ist ein charakteristisches Merkmal in KIRCHHOFFS Eigenart. Auch seinen Kindern pflegte er zu sagen: Alles, was du redest, sei wahr, doch rede nicht alles, was wahr ist, wobei die letztgenannte Regel betreffend die Vorsicht in dem zu Äußernden auch von ihm selbst stets befolgt ward. Es kann hiernach befremden, daß er seinem Bruder klagt, er habe die Sprache auffallend wenig in seiner Gewalt, während alle, die seine Vorlesungen gehört haben, sei es, wie der Schreiber dieses, die Vorlesung über Experimentalphysik in Heidelberg, sei es die mathematisch-physikalischen Vorlesungen, sich darüber einig sind, daß KIRCHHOFF vollendet schön gesprochen hat. Dieser scheinbare Widerspruch dürfte sich durch die Annahme lösen, daß er sich außerordentlich sorgfältig auf die Vorlesungen vorbereitet hat. Ferner liegt die Frage nahe, weshalb er immer und immer wieder besorgt ist, ob er auch den von ihm zu übernehmenden Aufgaben gewachsen sein werde. Der Gedanke, daß diese Äußerungen nicht ernst gemeint seien, ist durchaus von der Hand zu weisen. Nun tragen alle Veröffentlichungen KIRCHHOFFS den Stempel künstlerischer Vollendung, so glaube ich annehmen zu dürfen, daß die erwähnte Besorgnis der Frage galt, ob es ihm gelingen werde, die zu übernehmende Aufgabe in vollendeter Weise zu lösen, und daß er sich scheute, eine Aufgabe zu übernehmen, für welche er nicht glaubte, diese Frage bejahen zu dürfen. Es sei gestattet, hier auf ein charakteristisches Merkmal von KIRCHHOFFS Arbeiten hinzuweisen. Er schreibt an DU BOIS unterm 7. Januar 1858: „Vor einer Woche habe ich an POGGENDORFF eine Abhandlung geschickt, die sich auf die mechanische Wärmetheorie bezieht (Ges. Abh. S. 454), die mir sehr viele Freude gemacht hat. Ich habe POGGENDORFF gebeten, sie bald drucken zu lassen, da ich fürchte, dieser oder jener möchte *nach den reifen Früchten, die ich gepflückt habe*, auch schon die Hand ausgestreckt haben und mir jetzt noch zuvorkommen." In der Tat waren es stets reife Früchte, die er in seinen Arbeiten pflückte, insofern, als er seinen Schlüssen entweder ganz sichere Annahmen oder doch solche zugrunde legte, die einen hohen Grad von Sicherheit besaßen. So kommt es, daß alle von ihm gefundenen Ergebnisse dauernden Wert haben.

KIRCHHOFFS Arbeiten sind alle streng sachlich unter Ausschaltung alles Persönlichen gehalten, wie es überhaupt sein Prinzip gewesen zu sein scheint, Sachliches und Persönliches streng zu trennen. In dieser Beziehung sei angeführt, daß er seine Vorlesungen an dem Todestage der von ihm so innig geliebten Frau Clara nicht aussetzte. Während ferner besonders BOLTZMANN und auch HELMHOLTZ in Vorreden und populären Schriften oder Reden viel Persönliches geäußert haben, fehlt Derartiges bei KIRCHHOFF ganz. Um so willkommener dürfte das in vorstehendem durch Briefe Mitgeteilte für denjenigen sein, der sich ein vollständiges Bild von der Eigenart und dem Wesen KIRCHHOFFS zu machen wünscht. Insbesondere geht aus den Briefen an die Brüder hervor, daß KIRCHHOFF — was bisher nicht bekannt gewesen sein dürfte — ein ungemein gemütvoller und weichherziger Mensch gewesen ist. Im übrigen bestätigt sich, was A. W. HOFMANN in seinem Nachrufe auf ihn sagt: „Sie erwarten nicht, daß ich es auch nur versuchte, ein Bild dieses spiegelreinen Charakters auszuführen. Dies könnte nur dem Jugendfreunde gelingen, dem in der Vertrautheit langjährigen Umgangs unverkürzt Gelegenheit geboten war, sich in das Wesen des Mannes allseitig zu vertiefen. Aber auch dem erst in späterem Lebensalter mit ihm in Verkehr Getretenen ist es immer noch vergönnt gewesen, den vollen Eindruck seiner edlen Persönlichkeit in sich aufzunehmen. Wer je, wie flüchtig immer, mit KIRCHHOFF in Berührung kam, dem ist die opferwillige Herzensgüte, die werktätige Menschenliebe, welche ihm eigen waren, in der Erinnerung geblieben; wer je in sein klares, blaues Auge schaute, mußte die Überzeugung mitnehmen, daß jene anima candidissima keine anderen als reine und große Gedanken kannte. Grundton aber in der Natur des Mannes war vollendete Selbstlosigkeit. Auf meinem langen Lebenspfade bin ich keinem begegnet, bei welchem, wie bei KIRCHHOFF, höchstes Vollbringen gesellt gewesen wäre mit fast demutvoller Bescheidenheit."

Die Bedeutung der Keimblätter in der Entwicklung.

(Auf Grund von Experimenten an Amphibienkeimen.)

Von OTTO MANGOLD, Kaiser Wilhelm-Institut für Biologie, Berlin-Dahlem.

Die Keimblätter wurden bekanntlich zum erstenmal beim Hühnchen durch CASPAR FRIEDRICH WOLFF um die Mitte des 18. Jahrhunderts festgestellt. Im Anschluß an seine Entdeckung hat man sie mit verschieden gutem Erfolg bei allen Tierformen nachgewiesen. Man wurde dabei getragen von dem Gedanken des biogenetischen Grundgesetzes. Im Laufe der Zeit sind sie zu den Fundamenten geworden, auf denen sich die vergleichende Entwicklungslehre aufbaut. Die kausalanalytische experimentelle Forschungsrichtung der letzten Jahrzehnte hat unsere Kenntnisse auf dem Gebiete der Entwicklungsgeschichte bedeutend vertieft und förderte uns damit auch in der Beurteilung der Bedeutung der Keimblätter. Eine eingehende experimentelle Prüfung der Keimblattfrage ist allerdings bis jetzt nur bei den Amphibien durchgeführt worden, und es können natürlich die hier gewonnenen Resultate nur mit Vorbehalt auf andere Tierformen ausgedehnt werden; doch hege ich kein Bedenken, sie soweit, wie es im folgenden geschehen, zu verallgemeinern.

Die unserer Betrachtung zugrunde liegenden Experimente erstrecken sich über die Entwicklungsperiode des Amphibienkeims (sp. Tritonkeims), in welcher derselbe von dem einblättrigen in den dreiblättrigen Zustand übergeht. Ich schicke einige Tatsachen der Normalentwicklung voraus.

Das ungefähr 1—1 1/8 mm große Tritonei bildet unter vielfachen Teilungen eine Blase, sie sog. *Blastula*, von der wir in Fig. 1 einen Medianschnitt aufgezeichnet haben. Ihr Dach, das *animale* Feld (*an.*), ist relativ dünn und besteht aus ca. 3 Lagen von Zellen. Ihm gegenüber liegt das *vegetative* Feld (*veg.*), das den aus großen, vielfach übereinandergehäuften Zellen bestehenden dicken Boden der Blase bildet. Boden und Dach gehen in einer *Randzone* (*rz.*), die mit ihrer oberen Grenze ungefähr am Äquator entlang läuft, ineinander über. — In der weiteren Entwicklung treten nun sehr auffallende Zellverschiebungen an der Blastula ein. An der vegetativen Grenze der Randzone (Fig. 2 *ob.*) zeigt sich eine kleine Einsenkung, die unter fortwährender Vertiefung erst Sichel-, dann Hufeisenform annimmt und schließlich den vegetativen Boden in einem Ringe umfaßt. An diesem „*Urmundring*" bezeichnen wir die zuerst auftretende Partie als „*obere Urmundlippe*" (*ob.*), den zuletzt auftretenden Abschnitt als „*untere Urmundlippe*" (*u.*) und die beiden verbindenden Bezirke als die „*seitlichen Urmundlippen*" (*r.* und *l.*). Die Ränder des Ringes wachsen immer weiter über das vegetative Feld weg, bis sie in einem schmalen, längsgestellten Schlitz zusammentreffen. Wenn wir einen Keim dieses Stadiums quer schneiden (Fig. 3), so erhalten wir Aufschluß über seine innere Organisation: Er wird eingefaßt durch ein gleichmäßig dickes einschichtiges Epithel, das Ektoderm (*ect.*); seinen Kern bildet eine dicke, rinnenförmig gestaltete Masse, das Entoderm (*ent.*), und zwischen beiden liegt das Mesoderm (*mes.*), das wie das Ektoderm aus kleinen Zellen besteht. Durch den beschriebenen Vorgang der *Gastrulation* ist also aus der einfachen Blase ein wesentlich komplizierteres Gebilde entstanden, das sich aus drei Schichten, dem *Ektoderm*, *Entoderm* und *Mesoderm* aufbaut; diese 3 Schichten werden die *Keimblätter* genannt. — Im weiteren Verlauf der Entwicklung bildet sich aus dem Ektoderm: die Epidermis, die Sinnesorgane, das Nervensystem; aus dem Entoderm: der Darmtraktus mit seinen Anhängen; aus dem Mesoderm: die Körpermuskulatur, die Auskleidung der Leibeshöhle, das Nierensystem.

Den 3 Keimblättern wurde von den Brüdern HERTWIG noch das *Mesenchym* zugefügt, das durch Auswanderung einzelner Zellen aus den Keim-

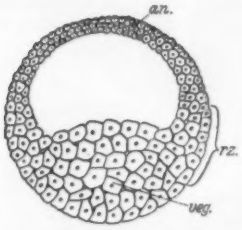


Fig. 1. Schnitt durch eine Blastula von Triton entlang ihrer vertikalen Achse (halbschematisch in Anlehnung an O. HERTWIG). *an.* animales Feld; *rz.* Randzone; *veg.* vegetatives Feld.

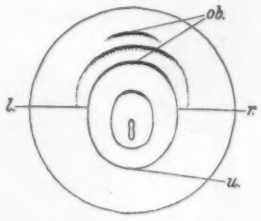


Fig. 2. Vegetative Seite eines Keims von Triton während der Gastrulation und Keimblattbildung (Schema). *ob.* obere, *u.* untere, *l.* linke, *r.* rechte Urmundlippe.

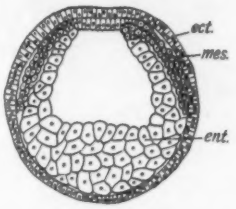


Fig. 3. Querschnitt durch einen Tritonkeim nach Schluß des Urmunds (O. HERTWIG). *ect.* Ektoderm; *ent.* Entoderm; *mes.* Mesoderm.

blättern in die zwischenliegenden Spalten entsteht und später die Stützelemente, Bindegewebe, Knorpel und das Blutgefäßsystem bildet.

Wir wollen nun untersuchen, ob sich die Keimblätter außer in ihren Lagebeziehungen noch in anderen Momenten unterscheiden. — Sie weichen, histologisch betrachtet, ziemlich stark voneinander ab. Das Ektoderm bildet ein gutes Epithel von Zellen, die wie die Pflastersteine aneinandergefügt sind. Das Mesoderm besteht in seinem dorsalen Teil wohl ebenfalls aus einem Epithel, in seinen seitlichen und ventralen Bezirken sind jedoch seine Zellen nur locker miteinander verbunden. Das Entoderm besteht aus verschieden großen Zellen, die im allgemeinen um ein vielfaches größer sind als die Ekto- und Mesodermzellen. Sie sind im ventralen hinteren Keimbereich übereinandergeschichtet, während sie vorn und oben seitlich in ein einschichtiges Epithel übergehen können. — Neben diesen Differenzen im histologischen Aufbau lassen sich auch solche in den Zellen selbst nachweisen: Die eingelagerten Dotterkörner unterscheiden sich nach Menge, Form und Größe. Dies kann schon vor der Gastrulation in den 3 Bezirken der Blastula beobachtet werden.

Es erhebt sich nun die Frage, ob mit den histologischen und cytologischen Unterschieden unter den Keimblättern auch solche der Entwicklungsfähigkeit verbunden sind. Ich möchte die Methode SPEMANNS, die uns zur Beantwortung dieser Frage führen kann, an einem von ihm selbst geschaffenen Beispiel demonstrieren; wir werden dabei auch mit der Art der für uns notwendigen Fragestellung vertraut gemacht.

Mittels einer besonders konstruierten Pipette lassen sich an den Amphibienkeimen Teile verschiedener, vorher genau zu bestimmender Bezirke miteinander tauschen. Nimmt man den Tausch zwischen 2 Keimen verschiedener Färbung vor, etwa zwischen den stark braun pigmentierten Keimen von Triton taeniatus und alpestris einerseits und den vollständig pigmentlosen, also weißen bis gelblichen oder grünlichen Keimen von Triton cristatus andererseits, so läßt sich noch in weit vorgeschrittenen Entwicklungsstadien feststellen, was aus den getauschten Stücken geworden ist. — SPEMANN tauschte an einer frühen Gastrula innerhalb des späteren (besser präsumptiven) Ektoderms Material, das weiterhin zu Gehirn geworden wäre, mit solchem, das später Epidermis gebildet hätte.

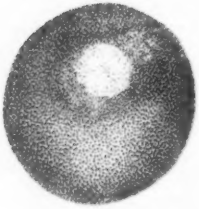


Fig. 4.

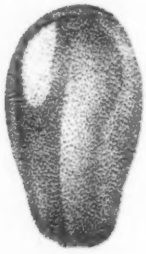


Fig. 6.

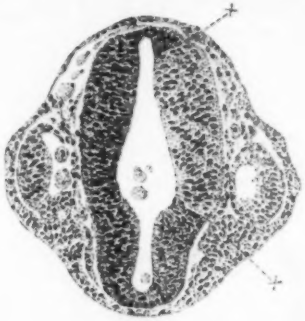


Fig. 7.

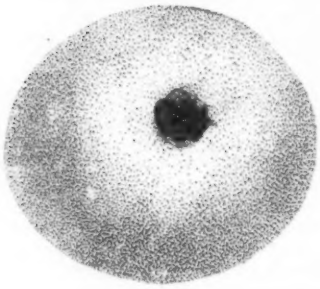


Fig. 5.

Fig. 8.

Fig. 4—8. Austausch verschiedener Bezirke des präsumptiven Ektoderms zwischen Gastrulen von Triton taeniatus (Fig. 4) und Triton cristatus (Fig. 5). Fig. 4, 6, 7 und 5, 8 je derselbe Keim. Näheres siehe Text (SPEMANN 14).

Die Stückchen entwickelten sich nicht herkunftsgemäß, sondern entsprechend den Anforderungen des neuen Ortes. Dies zeigen uns in sehr klarer Weise die Fig. 4—8 (SPEMANN 14). Zwischen 2 Gastrulen von Triton taeniatus (Fig. 4) und Triton cristatus (Fig. 5) ist ein kleines Stückchen animales Material getauscht worden, das in verschiedener Entfernung von dem auf der nicht sichtbaren Seite des Keims gelegenen Urmund entnommen wurde. Das Crist.-Stückchen im Taen.-Keim lag später am Vorderende des Nervenrohrs, das sich als sog. Medullarplatte anlegt (Fig. 6) und im älteren, in Querschnitte zerlegten Embryo finden wir es im Mittelhirn (Fig. 7 ×—×) tadellos eingepaßt mit typischer Gehirnstruktur, doch deutlich unterschieden vom Taen.-Gehirn. Das Taen.-Stückchen im Crist.-Keim bildet später einen großen Bezirk Epidermis, der sich rechts ventral von der Kiemenregion bis in die Gegend des Afters zieht (Fig. 8). Es ist also aus dem Taen.-Stückchen, das normalerweise Mittelhirn gebildet hätte, Epidermis geworden, und das Crist.-Stückchen, das, an seinem Ort belassen, zu Haut geworden wäre, hat sich zu

Fig. 9

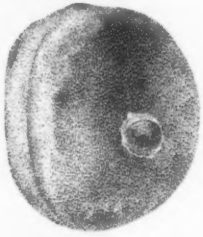


Fig. 10.

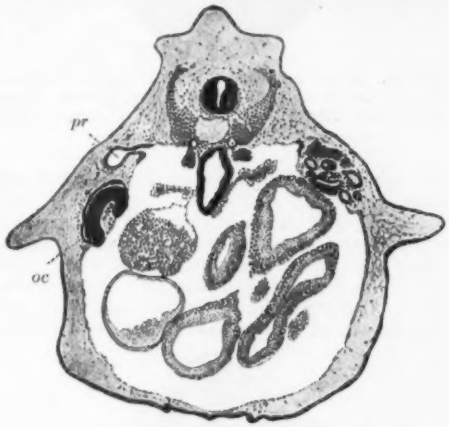


Fig. 11.

Fig. 9—11. Bombinator pachypus. Transplantation eines Stückchens Medullarplatte (Fig. 9) in das Seitenektoderm eines zweiten Keims (Fig. 10). Fig. 11. Querschnitt durch den Keim der Fig. 10, älter. *pr* Vorniere; *oc* Implantat-Auge. (SPEMANN 14.)

Gehirn entwickelt. Daraus läßt sich schließen, daß in dem Stadium der frühen Gastrula das Ektoderm kein Mosaik mit nur beschränkten Entwicklungsmöglichkeiten der einzelnen Teile darstellt.

Nimmt man den Tausch jedoch in einem späteren Stadium vor, wo die Gastrulation abgeschlossen ist und im Ektoderm das zukünftige Gehirn und Rückenmark eine durch Pigment von der Umgebung abgegrenzte Platte darstellt, so wird die zukünftige Epidermis nicht mehr zu Rückenmark und umgekehrt das zukünftige Rückenmark nicht mehr zu Epidermis; die getauschten Stücke entwickeln sich herkunftsgemäß. Dies beweisen wiederum in völlig klarer Weise die Fig. 9—11 (SPEMANN 14). Aus dem rechten vorderen Bezirk der Medullarplatte eines Unkenkeims (Bombinator pachypus, Fig. 9) war ein Stückchen entnommen und einem anderen gleichaltrigen in die rechte Seitenhaut eingesetzt worden (Fig. 10). Hier hatte es sich im Laufe der Weiterentwicklung in die Tiefe gesenkt und fand sich später in der konservierten und quergeschnittenen Larve als typischer Augenbecher (Fig. 11 *oc*.) ventral von der Vorniere (*pr*.). — Während der Keim gastrulierte und im Ektoderm die Medullarplatte durch Pigment sichtbar wurde, müssen also die Entwicklungsfähigkeiten der verschiedenen Ektodermbezirke, die *„prospektiven Potenzen"*, eine Einschränkung auf Medullarplatte einerseits und Epidermis andererseits erfahren haben.

Es liegt nun außerordentlich nahe anzunehmen, daß mit der Gastrulation eine solche Einschränkung der prospektiven Potenz auch bei den Keimblättern stattfindet, daß somit das Ektoderm nur noch Epidermis, Nervensystem und Sinnesorgane, das Entoderm nur noch Darm und seine Anhänge, das Mesoderm nur noch Muskulatur, Niere, Geschlechtsorgane und Leibeshöhlenepithel bilden können, kurz gesagt, *daß die Keimblätter spezifisch sind*. Diese Auffassung wurde zu Anfang dieses Jahrhunderts hauptsächlich auf den Kongressen der Deutschen anatomischen Gesellschaft mit großer Heftigkeit diskutiert und von bedeutenden Embryologen eifrig verfochten; sie war auch durch die histologischen und cytologischen Befunde gut begründet. Und wenn man die mesenchymatisch vorgebildeten Stützelemente nicht zum Mesoderm, sondern in Anlehnung an die Gebrüder HERTWIG als zu keinem Keimblatt gehörig rechnet, so kann man sagen, daß sie erst durch die gleich zu schildernden Experimente ihre Widerlegung gefunden hat. (O. MANGOLD 6.)

Wenn man mittels der Spemannschen Methode der Heterotransplantation einer Gastrula mit geschlossenem Urmund antipod von diesem ein

Stückchen Ektoderm entnimmt und einer frühen Gastrula in das vegetative Feld einsetzt (Fig. 12), so wandert es mit den Dotterzellen ins Innere des Keims und bildet Darmdach oder Darmseite. Es macht die Formbildungen, die zur Abgliederung und zum Schluß des Darmrohres führen, ohne Störung mit, und verhält sich auch, bezüglich seiner Teilungsgeschwindigkeit, ähnlich wie seine Umgebung.

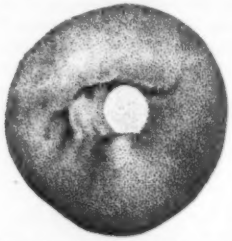


Fig. 12. Triton alpestris, Gastrula von der vegetativen Seite mit einem Stückchen präsumptivem Ektoderm von Triton cristatus im vegetativen Feld. (O. MANGOLD.)

Fig. 13 gibt uns einen Querschnitt durch einen Embryo im Bereich des Vorderdarms, dessen Wand in diesem Entwicklungsstadium zwei seitlich vorspringende Wülste (*W.*) aufweist; der rechte Wulst (in der Zeichnung links, *Wi*) wird vom Implantat gebildet, seine Zellen sind kleiner,

Fig. 13. Querschnitt durch Embryo von Triton alpestris im Bereich des Vorderdarms. *W.* und *Wi* normale wulstförmige Gestaltung der Darmwand. *Wi* durch Ektoderm von Triton cristatus gebildet. (O. MANGOLD.)

was an den zahlreichen Kernen zu erkennen ist; außerdem zeigt er als Crist.-Material kein Pigment. An seinem Ursprungsort belassen, hätte das Implantat Epidermis des Kopfes gebildet. Es bestehen keine Bedenken anzunehmen, daß es später zu funktionierendem Darmepithel geworden wäre. — In ähnlicher Weise war es möglich, Ektoderm in den Bereich des Mesoderms zu bringen, es hatte sich zu mesodermalen Bildungen, den *„Urwirbeln"*, entwickelt, die eine typische Entwicklungsstufe der dorsalen Längsmuskulatur und anderer mesodermaler Gewebe darstellen. Dies zeigt uns der in Fig. 14 wiedergegebene Längsschnitt durch einen Crist.-Keim im Bereich der rechten Urwirbelreihe (*u.*). Die drei letzten Urwirbel sind nahezu ganz und der vierte zum Teil von dem stark pigmentierten Alp.-Implantat (*ui.*) gebildet; sie heben sich deutlich gegen die nach vorn anschließenden Crist.-Urwirbel ab. An seinem Ort belassen, hätte das Implantat Gehirn- oder Kopfepidermis gebildet. Wir sehen also, Ektoderm aus einer Gastrula mit geschlossenem Urmund kann noch Mesoderm und sehr wahrscheinlich noch Entoderm bilden. — Leider ist es nicht möglich, die Experimente in umgekehrter Richtung auszuführen.

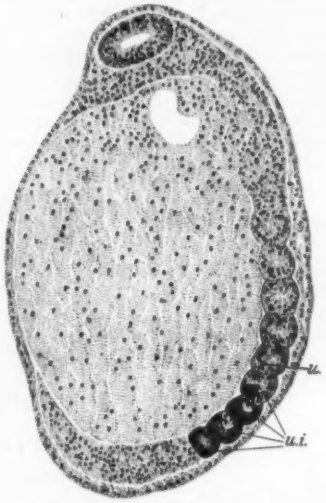


Fig. 14. Längsschnitt durch Embryo von Triton cristatus im Bereich der Urwirbel (*u.*). Die Urwirbel *ui.* durch Ektoderm von Triton alpestris gebildet. (O. MANGOLD.)

Denn pflanzt man Mesoderm und Entoderm in das Ektoderm, so werden sie innerhalb eines Tages von den Wundrändern überwachsen und so vom Bereich der determinierenden Faktoren der Oberfläche wieder verdrängt. Vorläufig bestehen jedoch keine Bedenken für die Annahme, daß sich die Entwicklungsmöglichkeit auch des Mesoderms und Entoderms, wie für das Ektoderm nachgewiesen, gegen Abschluß der Gastrulation noch auf alle Organe erstreckt.

Damit hat die Frage nach der Spezifität der Keimblätter eine Lösung im negativen Sinn gefunden: Es gibt keine Determinationsstufe, in der das Zellmaterial in 3 Sorten geschieden wird, von denen die eine nur Epidermis, Sinnesorgane und Nervensystem, die zweite nur Muskulatur, Niere, Chorda und Leibeshöhlenepithel, und die dritte nur Darm

und seine Anhänge liefern kann. Aus dem Material der Zellen differenzieren sich die Organe direkt, und wenn sie aus differenzierten Organzellen wieder zu Zellen mit anderem Differenzierungscharakter werden, wie es die Metaplasie in Fällen der Regeneration und Pathologie fordern muß, so brauchen sie nicht den Umweg über die Keimblätter zu nehmen.

Nun haben wir bei der Beschreibung der Blastula 3 Bezirke unterschieden: das animale Feld, das vegetative Feld und die Randzone. Sie repräsentieren die präsumptiven Keimblätter und unterscheiden sich in ihrem entwicklungsmechanischen Verhalten, wie wir sehen werden, in ganz bestimmter Weise. — Pflanzt man ein Stück des animalen Feldes, also präsumptives Ektoderm, in das vegetative Feld, so bleibt es nie dem Darm glatt eingefügt, wie wir das bei Ektoderm einer Gastrula mit geschlossenem Dotterpfropf gefunden haben (Fig. 13), sondern es schiebt sich entweder in den Darmboden oder in das Urdarmdach (das präsumptive Mesoderm), wo es unter häufigen Teilungen einen Epithelknäuel bzw. einen überschüssigen Zellkomplex bildet. An eine andere Stelle des präsumptiven Ektoderms verpflanzt, verhält es sich jedoch normal unter Vergrößerung seiner Oberfläche, dem neuen Ort entsprechend (Fig. 5 und 8). Das präsumptive Ektoderm des animalen Feldes ordnet sich demnach den formbildenden Kräften im Meso- und Entoderm nicht unter. Dies findet eine genügende Erklärung durch die Annahme, daß es auch am neuen Ort, wie an seinem Ursprungsort belassen, während der Gastrulation, seine Oberfläche stark vergrößert. — Verpflanzt man Material der Randzone (präsumptives Mesoderm) in das präsumptive Ektoderm, also in das animale Feld, so verschwindet es, wenn es von der oberen oder den seitlichen Urmundlippen stammt, in jedem Fall im Laufe der nächsten Tage von der Oberfläche. Oft bildet es einen deutlichen Urmund und häufig entsteht im Bereich des verschwundenen Transplantats ein finger- oder hörnchenförmiger Auswuchs, der am terminalen Ende einen kleinen Porus trägt. Diese Gebilde finden ihre Erklärung in der Feststellung, daß sich das Transplantat im Keiminnern sehr stark gestreckt und die Umgebung zum gleichen Verhalten veranlaßt hat. Die Randzone ist also durch die Tendenz, sich einzustülpen und sich stark zu strecken, ausgezeichnet. Man vergleiche hierzu die Fig. 15 und 16. Fig. 15 zeigt einen Taen.-Keim etwas links von der Ventralseite nach Abschluß der Gastrulation. Am spitzen Ende liegt der nahezu geschlossene normale Urmund (*u.*), auf halber Keimlänge ein dreieckiges Crist.-Implantat (*cr.*) am Eingang eines induzierten Urmunds, dessen Lippen in Form eines starken hufeisenförmigen Wulstes vom Material des Wirts gebildet werden (*Sek. ul.*). Der Keim war in diesem Stadium fixiert und geschnitten worden, und die Schnitte ließen erkennen, daß das Implantat sich als langes, enges Säckchen nach vorn eingesenkt hatte. In der Fig. 16 sehen wir einen Crist.-Keim mit gerade sich anlegender Medullarplatte (*m.*). Er besitzt vorn ventral einen fingerförmigen Auswuchs (*f.*) mit einem Porus (*p.*), der die Implantatstelle bezeichnet. Das Implantat selbst war jedoch schon sehr früh im Keiminnern verschwunden, wobei sich das umgebende Wirtsmaterial terrassenförmig erhoben hatte. — Transplantiert man das Material des vegetativen Feldes in den animalen Bezirk, so wird es vom präsumptiven Ektoderm in das Blastocoel gedrängt oder überwachsen. Es verhält sich ziemlich passiv.

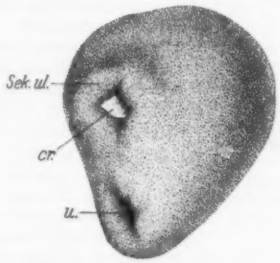


Fig. 15. Gastrula von Triton taeniatus links ventral. Normaler Urmund (*u.*) nahezu geschlossen. *cr.* Implantat aus der oberen Urmundlippe einer Crist.-Gastrula stammend; *Sek. ul.* sekundäre Urmundlippen. (Original.)

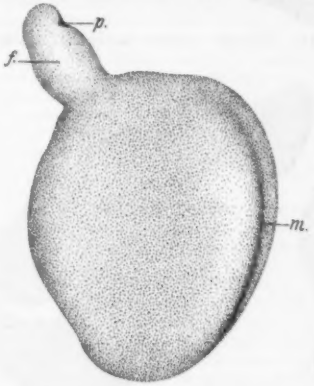


Fig. 16. Triton cristatus. Medullarplatte (*m.*) soeben in Anlage. Unter dem Einfluß eines bei *p.* eingewanderten Implantats aus der oberen Urmundlippe einer Alp.-Gastrula hat sich der Fortsatz *f.* gebildet. (Original.)

Untersucht man die Transplantate auf ihr Verhalten bezüglich der Organbildung am neuen Ort, so ist für das *präsumptive Ektoderm* festzustellen, daß es infolge seiner Oberflächenvergrößerung wohl die normale Gestaltung der Organe stört, doch selbst zu Teilen dieser Organe bzw. ganzen

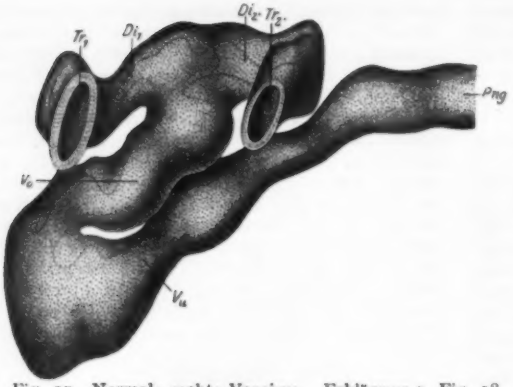


Fig. 17. Normale rechte Vorniere. Erklärung s. Fig. 18.

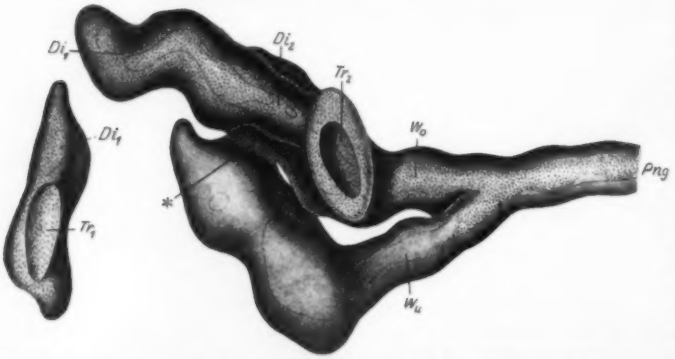


Fig. 18. Abnorme chimäre linke Vorniere desselben Keimes wie Fig. 17, spiegelbildlich; beide Vornieren vom Darm aus gesehen; Alp-Material punktiert, Christ-Material nicht punktiert. — Tr_1 vorderer, Tr_2 hinterer Trichter. Di_1 vorderer, Di_2 hinterer Divertikel. *Png* Wolffscher Gang. *Vo* + *Vu* u-förmiges Verbindungsstück. *Wo* + *Wu* ersetzen vielleicht *Vo* + *Vu*, sind jedoch ganz abnorm gelagert.

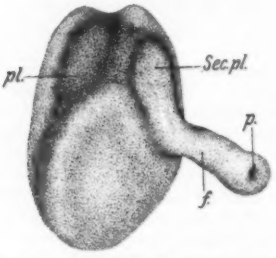


Fig. 19. Triton taeniatus. Primäre Medullarplatte (*pl.*) im hinteren Keimbereich nahezu geschlossen. Unter dem Einfluß eines bei *p.* eingewanderten Implantats aus der oberen Urmundlippe einer Crist.-Gastrula hat sich der Fortsatz *f.* und die sekundäre Medullarplatte *Sec. pl.* gebildet. (Original.)

solchen wird (Vorniere, Urwirbel). Dies mögen uns die Fig. 17 und 18 beweisen, welche die beiden Vornieren desselben Embryo, vom Darm aus gesehen, darstellen. In Fig. 17 sehen wir die normale rechte Vorniere, in Fig. 18 die infolge der Implantatmasse stark verkrüppelte linke im Spiegelbild. Während die erstere naturgemäß ganz aus pigmentierten Wirtszellen (*alp.*) besteht, setzt sich die letztere teils aus Alp.-Material (punktiert) und teils aus Crist.-Material (nicht punktiert) zusammen. Der untere Gang (W_u) ist ganz und der nach hinten führende Gang (*Png.*) auf seiner Ventralseite vom Implantat gebildet. Die einander entsprechenden Teile der beiden Vornieren sind mit denselben Bezeichnungen versehen worden, soweit es überhaupt möglich war. — Für das *präsumptive Mesoderm* gestaltet sich eine entsprechende Feststellung schwieriger. Hier gelingt es manchmal, Material der unteren Urmundlippe, an der die Einstülpungstendenz am geringsten ist, durch Transplantation ins Ektoderm zur Bildung von solchem zu veranlassen. Die obere und seitliche Urmundlippe ist jedoch, außer durch die hervorgehobenen Fähigkeiten der Einstülpung (bzw. Einwanderung) und Streckung dadurch ausgezeichnet, daß Teile von ihnen auch ihre Umgebung zur Gastrulation veranlassen und die Bildung von Achsenorganen induzieren können; sie wirken als *Organisatoren*, wobei sie selbst zu Chorda, Neuralrohr und Urwirbeln werden. In der Fig. 19 lassen sich die drei Eigenschaften der oberen Urmundlippe: Einstülpung bzw. Einwucherung, Streckung mit Induktion der Streckung und Induktion von Achsenorganen nebeneinander erkennen. Wir sehen einen Taen.-Keim mit einer normalen Medullarplatte (*pl.*) etwas von seiner rechten Seite. In der Mitte dieser hat sich ein fingerförmiger Fortsatz (*f.*) entwickelt, an dessen distalem Abschnitt ein kleiner Porus (*p.*) der sekundäre Urmund, durch den das Implantat eingewandert ist, liegt. Von der Basis des Fortsatzes aus ist nach vorn hin eine sekundäre Medullarplatte (*Sec. pl.*) deutlich durch Pigment und Wülste abgegrenzt.

(Schluß folgt.)

Besprechungen.

LIPSCHÜTZ, **The internal secretions of the sex glands, the problem of the "puberty gland"**, with a preface by F. H. A. MARSHALL, W. HEFFER and sons LTD. with over 140 illustrations in the text. Cambridge 1924, Price 21 sh.

Der Dorpater Physiologe ALEX. LIPSCHÜTZ beteiligt sich seit einer Reihe von Jahren mit eigenen Arbeiten und denen seiner Schüler an der Erforschung der Probleme der inneren Sekretion der Keimdrüsen. 1919 hat er seine damaligen Anschauungen, die sich einseitig an die STEINACHS anschlossen, zusammengefaßt in dem bekannten Buch über: „Die Pubertätsdrüse und ihre Wirkungen", Bern: Bircher 1919. In diesem Buche sollte zunächst der Beweis erbracht werden, daß die nachweislich vorhandene inkretorische Wirkung der Keimdrüsen auf der Funktion der interstitiellen Elemente des Hodens und Ovariums beruht. Ferner wurde die Theorie der „asexuellen Embryonalform" verfochten. Veränderungen dieser asexuellen Embryonalform durch geschlechtsspezifische Wirkungen der „Pubertätsdrüsen" sollen die Sexualcharaktere, oder wenigstens einen Teil von ihnen entstehen lassen. L.s Buch hat bei uns in Deutschland mit Recht eine Ablehnung erfahren, wobei ich z. B. an STIEVES Referat in den Ergebn. d. Anat. u. Entwicklungsgesch. 23. 1921, erinnere. Auch die Erfahrungen der Pathologen (z. B. BERBLINGER, STERNBERG, TIEDJE und SIMMONDS, Verhandl. d. pathol. Ges. Jena 1921) sprechen gegen die Steinach-Lipschützschen Theorien. Die Stievesche Kritik wandte sich mit vollem Recht vor allem gegen die ganz ungenügenden histologischen Grundlagen der angegebenen Theorien.

In den vergangenen fünf Jahren hat eine Menge von Arbeiten in der internationalen biologischen Literatur das aktuell gewordene Problem zum Gegenstand der Untersuchung gehabt.

L. vermittelt uns jetzt in einer fast 500 Seiten starken Monographie, die bei HEFFER and sons in Cambridge erschienen ist, seine Ansichten über den derzeitigen Stand der Frage. Man kann MARSHALL schon Recht geben, wenn er im Vorwort sagt: „As a guide to the literature of a branch of endocrinology that has grown rapidly in recent years the work should be of great value", zumal die einzelnen Arbeiten in der Literatur der verschiedensten Länder verstreut zu finden sind, die speziell uns nicht leicht zugänglich ist. L. legt in der Monographie, in deren neuem Titel die „Pubertätsdrüse" jetzt etwas mehr zurücktritt, vor allem auch eigene Arbeiten und Arbeiten seiner Mitarbeiter zugrunde, von denen viele in den „Comptes rendues des séances de la soc. de biol." zu finden sind. Leider geht L. bei der Bearbeitung der Literatur sehr einseitig vor.

Die Grundanschauungen des Buches sind die gleichen wie in der 1919 erschienenen deutschen Ausgabe, und bleiben als solche immer noch unbewiesen. L. gibt im Vorwort an, daß er infolge des Fortschrittes der Forschung bei Übersetzung der „Pubertätsdrüse" ins Englische das ganze Buch habe neu schreiben müssen. Die Disposition ist bis auf kleinere Abschnitte, die teils zugefügt, teils weggelassen wurden, die alte geblieben. Die Bearbeitung der einzelnen Abschnitte selbst zeigt weitgehende Revisionen, vor allem auch unter Ausnützung der Literatur der letzten fünf Jahre, wobei aber die gegen die Steinach-Lipschützschen Theorien gerichteten Arbeiten unberücksichtigt bleiben. Wie ich schon andeutete, verteidigt L. auch in der Neuausgabe die asexuelle Embryonalform sowie die Bedeutung der Zwischenzellen als Sitz der Inkretbildung durch die Keimdrüsen. Bei den beiden Kapiteln, die sich mit der Frage des inkretorisch wirksamen Keimdrüsenanteils beschäftigen, macht L. den Versuch, sein bisheriges Beweismaterial stark zu vergrößern, und zwar auf Grund eigener histologisch-experimenteller Arbeiten und solcher von Mitarbeitern. Die beigefügten Bilder sind leider sehr schlecht, und man kann auf vielen das, was sie zeigen sollen, nicht erkennen (ich verweise z. B. auf Fig. 51 a, b, 58 und später 82, 83, 93). So kann man diese Bilder nicht als Beweismaterial für seine Theorien auswerten. Der Verlag schreibt zwar auf dem Umschlag, das Buch sei „profused illustrated", doch kann ich nicht umhin festzustellen, daß die Güte der Figuren sehr gering ist und bei weitem hinter dem zurücksteht, was wir von unseren Deutschen Verlagsanstalten zu sehen gewohnt sind. Vielfach sind die Bilder, selbst die makroskopischen, ganz ungeeignet, das zu zeigen, was man auf ihnen sehen soll. Ich verweise auf die Fig. 3, 4, 5 und 6. Auf Fig. 4 und 6 sind z. B. die Schamhaargrenzen, auf die es ankommt, überhaupt nicht zu sehen. Die Fettverteilung in den Augenlidern beim Skopzen der Fig. 3 kann man auch nicht prüfen. Nimmt man eine Lupe zur Hand, so sieht man, was für ein grober Raster angewandt wurde. Dasselbe, wie für die ersten Bilder, gilt auch für die späteren, z. B. die Wiedergabe der Steinachschen maskulierten und feminierten Meerschweinchen. Besonders auffallend ist der Unterschied gegenüber der Berner Erstauflage. Die histologischen Bilder sind z. T. stark schematisiert, bei den meisten vermißt man genauere Angabe über Schnittdicke, Vergrößerung und die benutzten optischen Systeme. Das trägt auch nicht dazu bei, die Beweiskraft der neuen experimentell-histologischen Untersuchungen von L. zu steigern, die dartun sollen, daß doch die Zwischenzellen die Träger der inkretorischen Funktion der Geschlechtsdrüsen bei den homoiothermen Wirbeltieren sind. Ich betonte, daß L. gerade diese Theorie und die von der „asexuellen Embryonalform" halten will. L. hat aber insofern in seiner Neuauflage seinen deutschen Kritikern Recht gegeben und seine früheren, scharf formulierten, Ansichten etwas korrigiert, als er selbst angibt, daß an der Anschauung von der Funktion der Zwischenzellen als Ernährungsorgan etwas Wahres sei. So schreibt er in bezug darauf S. 183: „Although it cannot be denied that there is, perhaps, some truth in all these hypotheses . . ." Am Schluß des Buches bezeichnet er die Frage nach dem Sitz der inkretorischen Elemente in den Geschlechtsdrüsen als noch mit Recht strittig und rückt andere Ergebnisse in den Vordergrund. Im Aufbau des Buches spielt diese Annahme aber doch eine übergroße Rolle. Sehr wenig glücklich ist es, daß er die Frage von der „Pubertätsdrüse" im Anschluß an SAND ins Politische hinüberzieht.

Die Theorie von der asexuellen Embryonalform sucht L. trotz vielfacher Angriffe der Kritik weiter zu stützen. Ihr zuliebe hat er wohl die alte Fig. 8 der schweizerischen Erstauflage in der englischen Neuauflage fallen lassen, denn der dort abgebildete 36 jährige Eunuchoide ist wirklich nicht geeignet, mit seiner femininen Fettablagerung L.s Hypothese zu stützen, daß der männliche Kastratenkörper dazu neigt, eine asexuelle Zwischenform anzunehmen. L. hat trotz aller Versuche die älteren, andersartigen Anschauungen, die auf DARWIN zurückgehen, nicht erschüttert.

In der ersten Auflage fiel es mir schon auf, daß bei Behandlung des Inkretionsproblems der Keimdrüsen alle anderen inkretorischen Drüsen vollständig außer

acht gelassen wurden, obwohl Korrelationen mannigfacher Art und auch die Bedeutung anderer inkretorischer Drüsen für die Ausbildung von Sexualcharakteren außer Zweifel stehen. Im einleitenden Kapitel der englischen Neuausgabe sagt L. die Berücksichtigung der Beziehungen der Keimdrüsen und der Sexualcharaktere zu anderen inkretorischen Drüsen zu. Im allgemeinen geht er später hierauf recht wenig ein, doch macht da das Kapitel über „Intersexuality" eine Ausnahme, das überhaupt gegenüber der ersten Auflage wesentlich verbessert worden ist. Bei Behandlung der Beeinflussung des Wachstums speziell des Skeletts durch die inkretorische Wirkung der Keimdrüsen würde eine Auflösung des Begriffes: „Wachstum" in eigentliches Wachstum und Differenzierung wesentlich weiterführen. Der Begriff ist bisher von L. sehr eng gefaßt oder nicht weitgehend genug analysiert worden.

Unter den deutschen Kritikern hat STIEVE, wie ich schon erwähnte, mit gewichtigen Gründen die Steinachschen und Lipschützschen Ansichten bekämpft. Aus dieser Kritik zieht L. insofern Gewinn, als er jetzt — entgegen der Erstauflage — die früher vernachlässigten Arbeiten von KYRLE und SOBOTTA sowie einiger anderer Autoren berücksichtigt. STIEVE selbst wird in dem ganzen Buche nicht erwähnt, und L. macht auch keinen Versuch, sich mit STIEVES gegensätzlichen Ergebnissen und Anschauungen auseinanderzusetzen, ein Umstand, der sehr befremdend wirkt.

L. stellt in der Schlußzusammenfassung die unentschiedenen Streitfragen über den Sitz der inkretorisch wirksamen Elemente der Keimdrüsen und die asexuelle Embryonalform als noch nicht spruchreif zurück. So kann man seinem Schlußsatz voll beistimmen: „However these problems may finally be solved, there is one conclusion which stands beyond the reach of controversy, and that is that the testicle and the ovary are organs of internal secretion, and that *their hormones are sex specific*". Die Kenntnis der diesen Satz weiter begründenden neuesten Arbeiten, an denen L. und seine Schüler beteiligt sind, wird uns in L.s Buch vermittelt, und dafür ist man dem Autor zu Dank verpflichtet. Es ist das eine Bestätigung von Ergebnissen, die nach den Arbeiten von HARMS u. a. wohl von niemandem mehr bestritten werden.

Abgesehen von den größtenteils absolut schlechten Bildern hat der Verlag das Buch von L. in Textabdruck, Form und Einband gut und geschmackvoll ausgestattet.

WERNER SCHULZE, Würzburg.

BUDDENBROCK, W. v., **Grundriß der vergleichenden Physiologie.** Erster Teil: Sinnesorgane und Nervensystem. Berlin: Gebr. Borntträger 1924. IV, 276 S. und 143 Textabbildungen. 17 × 26 cm. Preis 12,75 Goldmark.

Die vergleichend physiologische Forschung verbreitert und vertieft sich in den letzten Jahrzehnten zusehends; neuerlich vollends schießt sie derart ins Kraut, um einen treffenden Ausdruck des Verf. zu gebrauchen, daß die Aufgabe, das Ganze zu übersehen, für den einzelnen immer schwerer werden muß. Um so mehr aber macht sich das Bedürfnis nach einem kurzgefaßten Leitfaden geltend, dem sich der Anfänger getrost anvertrauen darf, und der auch den, der sich selbst schon als Forscher oder Lehrer in vergleichend physiologische Einzelfragen vertiefte, über ihm Fernerliegendes knapp einführend belehrt, die Wege zu tieferem Eindringen weist, überall das grundsätzlich Wichtige und die großen Zusammenhänge heraushebt und den Finger auf die noch bestehenden Wissenslücken legt. Die Handbücher sind für den Studenten zu umfangreich, dazu in großen Abschnitten schon wieder veraltet und in manchen Einzelkapiteln von ungleichem Werte; die bisher vorliegenden lehrbuchmäßigen Darstellungen aber umfaßten nur Einzelkapitel oder beschränkten sich auf das Allgemeinste. So kommt v. BUDDENBROCKS „kurzgefaßtes Lehrbuch, das den angehenden Zoologen in die Probleme der Physiologie der einzelnen Tierstämme einführt und eine Ergänzung der bisherigen systematisch-morphologischen Lehrbücher bietet", wie gerufen.

Der Verf. ist sich selbst der ungeheuren Schwierigkeit seiner Aufgabe wohl bewußt. Es gilt, einen an Fülle und Vielgestaltigkeit geradezu erdrückenden Stoff zu überblicken, lange bevor die Einzelforschung selbst in zahlreichen Grundfragen Klarheit geschaffen hat; die Stoffgliederung, in den älteren Zweigen des biologischen Lehrgebäudes ein für allemal in gewichtigen Vorbildern gegeben, ist hier eines der schwierigsten und vielumstrittenen Grundprobleme, auch über die Stoffabgrenzung (Protozoen, „Tierpsychologie", Physiologie der Mediziner) kann man sehr verschieden denken, und die Arbeit der Begriffsbildung ist noch viel weiter zurück als die Tatsachenforschung. Wenn jemand angesichts dieser Sachlage dennoch den Mut findet, den Anfang zu wagen, so ist das in hohem Maße begrüßenswert, und es ist ein Gebot der Gerechtigkeit, den Wert des positiv Geleisteten zu betonen, mit der Kritik dem einzelnen gegenüber jedoch zurückzuhalten.

Die kurze Einleitung teilt den Gesamtstoff ein in die Physiologie des Stoffwechsels, des Energiewechsels und der Reizerscheinungen (Reizperzeption, Reizleitung und Reizbeantwortung). In dem hier vorgelegten ersten Teile sind nun „Sinnesorgane und Nervensystem" behandelt, wobei die Reizphysiologie der Protozoen, Raumorientierung der Tiere, sowie tierpsychologische Tatbestände gelegentlich mit herangezogen werden.

Die ersten 165 Seiten sind den tierischen Sinnen (Lichtsinn, mechanischer Sinn mit seinen Unterabteilungen, chemischer Sinn, Temperatursinn und Schmerzsinn) gewidmet. Es folgt die Physiologie des Nervensystems, zuerst eine knappe Darstellung der allgemeinen Grundzüge auf 25 Seiten, dann Spezielles über die einzelnen Tierstämme von den Coelenteraten aufwärts (insgesamt 80 Seiten, die letzten 18 über die Wirbeltiere), wobei jeweils das Verhalten einer oder einiger der bestuntersuchten Vertreter als Typus für die ganze Gruppe abgehandelt wird.

Im allgemeinen ist Bekanntschaft mit den anatomischen Verhältnissen vorausgesetzt, doch erleichtern zahlreiche schematische Abbildungen auch dem weniger Eingeweihten das Verständnis. Die Darstellung ist zumeist knapp, oft so knapp, daß es fraglich erscheint, ob selbst der ältere Student ohne Heranziehung weiterer Hilfsmittel die ganze Fülle des Gebotenen wird richtig ausbeuten können. Der Eingeweihte findet kein Wort zuviel, dazu eine große Anzahl erstmals mitgeteilter sinnes- und reizphysiologischer Beobachtungen des Verf. und seiner Schüler. Auch ältere bekannte Tatsachen zeigen in der kräftigen Beleuchtung des zusammenfassenden Gedankenganges dem Leser neue Seiten, so daß niemand das Buch ohne Bereicherung im kleinen und im großen aus der Hand legen wird.

O. KOEHLER, München.

ZWEIFEL, P., und E. PAYR, **Die Klinik der bösartigen Geschwülste.** I. Bd. Leipzig: S. Hirzel 1924. XX, 800 S., 204 Abbild. und 33 Taf. Preis geh. 52, geb. 60 Goldmark.

Der vorliegende 1. Band des auf 3 Bände berechneten Werkes enthält folgende Kapitel: Allgemeine

Pathologie der malignen Geschwülste (Borst-München). Die bösartigen Geschwülste der Haut (Delbanco und W. Unna-Hamburg) mit einem Anhang: Xeroderma pigmentosum (Rille-Leipzig). Die bösartigen Neubildungen der Schädeldecke und des knöchernen Schädels (Küttner-Breslau). Die bösartigen Geschwülste des Nervensystems (Pette-Hamburg). Operative und Strahlenbehandlung der bösartigen Hirngeschwülste (Payr-Leipzig). Die bösartigen Geschwülste des Auges (Sattler-Leipzig). Bösartige Geschwülste: a) des Ohres, b) der Nase und ihrer Nebenhöhlen, c) des Rachens, d) des Kehlkopfes (Knick-Leipzig). Bösartige Geschwülste der Kiefer, Zunge und Mundhöhle (Partsch-Breslau). Bösartige Geschwülste der Speicheldrüsen (Hermann Heineke †-Leipzig). Die malignen Tumoren: a) der Schilddrüse und der Nebenschilddrüse, b) der Parotisdrüse, c) maligne branchiogene Tumoren (Albert Kocher-Bern).

Die Ausstattung des Bandes hinsichtlich Papier, Druck und vor allem Abbildungen (204 Textabbildungen und 33 farbige Tafeln) ist glänzend und läßt kaum einen Wunsch unerfüllt. Insbesondere die farbigen Tafeln sind zumeist vorzüglich.

Das Werk dient naturgemäß in erster Linie der ärztlichen Praxis. Hier fehlte in der deutschen Literatur eine zusammenfassende Darstellung des gesamten praktisch-ärztlichen Wissens von den Geschwülsten in enger Verbindung mit den theoretisch-wissenschaftlichen Forschungsergebnissen. Die Geschwülste werden noch auf lange Zeit die „fürchterlichen Geißeln der Menschheit" bleiben. Aber das wäre noch kein Grund, das Werk gerade an dieser Stelle zu besprechen. Das geschieht vielmehr, weil nur wenige Gebiete der menschlichen Krankheitslehre so mit biologischen Problemen allgemeinster Natur zusammenhängen wie gerade die Geschwülste.

Wenn auch einerseits das Unternehmen ein Beweis dafür ist, daß von der ärztlichen Kunst das Dogma von der Unheilbarkeit der bösartigen Geschwülste überwunden ist, so werden die Geschwülste auch in Zukunft Furcht und Schrecken den von ihnen befallenen Menschen bringen. Und da die Geschwülste keine Eigentümlichkeit des Menschen sind, sondern im ganzen Tier- und Pflanzenreich vorkommen, wird andererseits die Erforschung ihrer ursächlichen Entstehung, ihres Baues und ihrer Verrichtung immer ihre Anziehungskraft für den Biologen behalten. Wer sich über die Lebenseigenschaften menschlicher Geschwülste unterrichten will, wird im vorliegenden Werk eine Fundgrube wertvoller Beobachtungen und die Versuche ihrer biologischen Ausdeutung finden.

Bisher lagen diese Dinge verstreut in den großen Lehr- und Handbüchern der einzelnen medizinischen Sonderfächer; dort wurden teils die spezialärztlichen Tatsachen betont, teils Bau und Entstehung vorwiegend berücksichtigt. In sehr bedeutsamer Weise erstrebt das hier angezeigte Werk eine innige Verbindung aller bisher gesammelten Tatsachen. Der auf dem Gebiete der menschlichen Geschwulstlehre führende Pathologe Borst-München eröffnet daher das Werk mit dem Kapitel über allgemeine Pathologie der malignen Geschwülste[1]). Hier findet der biologisch interessierte Leser zunächst die klare Formulierung des ganzen Geschwulstproblems als eines Wachstumsproblems. Im Gegensatz zu der regulatorischen Bedeutung des uns bekannten Wachstums zeichnet sich das geschwulstmäßige Wachstum durch Selbständigkeit und Eigenmächtigkeit aus. Wie sich dies in Bau und Funktion der Geschwulst äußert, was die experimentelle Geschwulstforschung uns lehrt und welche Geschwulstformen wir überhaupt kennen, das alles wird hier in knapper, aber doch vollständiger Weise besprochen.

Die Aufklärung der Geschwulstursache hat gerade in jüngster Zeit große Fortschritte gemacht, und es ist möglich geworden, durch belebte und unbelebte „Reize" (Parasiten, Teer) Geschwülste bei bestimmten Tieren künstlich zu erzeugen. Naturgemäß gewinnen dadurch unsere Kenntnisse vom Zusammentreffen ähnlicher Reize mit Geschwülsten beim Menschen erhöhte Bedeutung. Jedes weitere Kapitel des Werkes läßt das erkennen. Aber kein Einsichtiger wird glauben, daß die ursächliche Entstehung menschlicher Geschwülste dadurch in absehbarer Zeit restlos geklärt werden könnte. Noch auf lange hinaus werden wir bemüht bleiben müssen, in erster Linie unser Wissen von den Lebenseigenschaften dieser merkwürdigen Gewächse zu vermehren. Gerade das geschieht nun in den klinischen Kapiteln des Buches. Gewiß nimmt hier das rein Ärztliche den Hauptplatz ein. Aber in jedem findet sich eine solche Fülle von Beobachtungen über Form und Aufbau, Entstehung, Wachstum und Ausbreitung, Rückwirkung auf den übrigen Organismus, selbständige Rückbildung und Absterben der Geschwülste, daß kein biologisch Interessierter das Buch ohne Bereicherung aus der Hand legen wird. Deshalb soll auch das Erscheinen und der Inhalt der folgenden Bände hier kurz angezeigt werden. W. Hueck, Leipzig.

BRAUS †, HERMANN, **Anatomie des Menschen.** 2. Bd. Eingeweide. Berlin: Julius Springer 1924. VII, 697 S. und 329 Abbild. 16 × 25 cm. Preis 18 Goldm.

Der Grundgedanke der „Anatomie des Menschen" von H. Braus, welchen ich beim Erscheinen des ersten Bandes im Rahmen einer kurzen Skizze über die Geschichte des anatomischen Lehrbuches zu entwickeln versucht habe (Naturwissenschaften 1921, H. 43), ist in dem jetzt erschienenen zweiten Bande erfolgreich fortgeführt worden. Wie bei dem ersten Bande, so kann ich auch jetzt nicht anders, als nur das Positive der neuen Behandlung der Anatomie des Menschen allein betonen, den großen Zug, der durch dieses Buch geht, und die vielen Untersuchungsergebnisse, die hier zum ersten Male mitgeteilt werden. Der Leser darf der persönlichen Auffassung und Darstellung des Verfassers willig auch da folgen, wo er anderer Meinung ist: er wird dieses Buch nur mit Gewinn und, was für ein Lehrbuch etwas durchaus nicht Gewöhnliches ist, mit Genuß studieren; auch (nach meinen Erfahrungen mit dem ersten Bande) der Student, wenigstens derjenige, dessen geistige Bedürfnisse über das mechanische Auswendiglernen einigermaßen hinausgehen. — Noch sei gesagt, daß es, wie bei dem ersten Bande, allein schon ein Vergnügen ist, nur die äußere Erscheinung des Buches zu betrachten. Und so wird sich der Dank des Lesers nicht zuletzt auch dem ausstattenden Verleger zuwenden, zumal da er den Preis außerordentlich niedrig angesetzt hat. C. Elze, Rostock.

[1]) Dieser Abschnitt ist als besonderes Buch unter dem Titel „Allgemeine Pathologie der malignen Geschwülste", geh. 14 M., geb. 16 M., im gleichen Verlage erschienen. Durch Hinzufügen eines Kapitels über die Ursache der Geschwülste, sowie durch mancherlei Erweiterung des Textes, des Literaturverzeichnisses und durch Vermehrung der Abbildungen ist ein selbständiges kleines Werk entstanden. Um so begrüßenswerter, als das bekannte Lehrbuch über die malignen Geschwülste des gleichen Verfassers schon seit langem vergriffen ist und bedauerlicherweise Neuauflagen nicht erleben soll.

MARSCHALL, Bilderatlas zur Tierkunde. 2. Teil: Frösche, Lurche und Kriechtiere. 3. Teil: Die Vögel. 4. Teil: Die Säugetiere. Leipzig; Bibliographisches Institut 1924. Preis je 6 Goldmark.

Der altberühmte Atlas „für Schule und Haus" ist wieder erschienen, den 27 Jahren Pause zwischen den beiden Auflagen entsprechend verändert. Der Text ist in z. T. totaler Umarbeitung leicht faßlich geblieben, knapp, klar, auf das Wichtigste beschränkt.

Viele der in großer Zahl neuaufgenommenen Bilder sind Photographien. Der starke Gegensatz, in dem sie zu den alten Bildern stehen, mag zunächst den Eindruck der Uneinheitlichkeit hervorrufen — aber, da ohne Zweifel neue Bilder nötig waren, mußten sie auf die *heute* beste Art wiedergegeben werden und das ist die photographische Aufnahme des lebenden Tieres. Eine Imitation des alten Zeichnungsstils, wie er auch das Buch berühmt gemacht hat, wäre eine schlimmere Stilsünde gewesen als die vorgenommene Zusammenstellung.

Die Neuauflage hat eine günstige Zeit abgewartet — nicht nur wirtschaftlich, auch was die allgemeine Einstellung gerade zu der Beschaulichkeit der alten Bilder betrifft. Nach Zeiten extremer Abkehr von allem Stimmungsmäßigen, vollends in der Wissenschaft, kann jetzt wieder eher ein solches Werk bei Eltern und Kind, Laien und Fachmann die naive Beschauerfreude wecken, die der beste Boden ist für spielendes Lernen. Nicht nur in Schule und Haus, denen es in erster Linie zugedacht und von Wert ist, auch im wissenschaftlichen Institut wird MARSCHALLS Atlas, wenn auch nicht als Detailnachschlagewerk, wieder seinen Platz ausfüllen können.

ROBERT WETZEL, Würzburg.

MAYERHOFER, E., und C. PIRQUET, **Lexikon der Ernährungskunde.** 1. Lieferung. Wien: Rikola-Verlag 1923. VIII, 144 S. 17 × 25 cm. Preis 2,10 Goldmark.

Das Lexikon will alles, was theoretisch und praktisch mit der Ernährungskunde zusammenhängt, zusammentragen, Erfahrungen, die in Kochbüchern und Werken der physiologischen Chemie niedergelegt sind, solche aus der Botanik und Gärtnerei, der Zoologie und Tierzucht, der Volkswirtschaft und Einkaufslehre verwerten. Es bringt alles und berücksichtigt das für die Massenverköstigung Brauchbare ebenso wie die Luxusernährung des einzelnen. Ethnographische, geschichtliche Hinweise sollen nicht fehlen, bei den Namen auch philologische Zusammenhänge erläutert werden. Die erste Lieferung, die mir vorliegt, erlaubt noch kein Urteil darüber, in wieweit das gesetzte Ziel erreicht ist. Die Verfasser und ein Stab von Mitarbeitern aus den verschiedensten Berufszweigen lassen aber erhoffen, daß dies der Fall sein wird und die einzelnen Hefte in rascher Folge erscheinen. Dann soll auf das Werk zurückgekommen werden.

K. THOMAS, Leipzig.

Deutsche Meteorologische Gesellschaft.

(Berliner Zweigverein.)

In der Sitzung am 3. Februar sprach zunächst Herr Dr. WUSSOW über **Die Häufigkeit der Niederschlagstage in Deutschland nach Stufenwerten der Niederschlagsmenge** und über die **Darstellung der Niederschlagsverteilung in Deutschland durch Isanomalen.**

Die Häufigkeit der Niederschlagstage wurde nach dem Beobachtungsmaterial von 105 Stationen berechnet, das sich auf die Jahre 1903—1914 bezog. Um die Ungenauigkeit in der Feststellung der Anzahl der Regentage möglichst zu vermindern, wurden stets mehrere Stationen zu einer Gruppe vereinigt. Tagesmengen bis zu 5 mm wurden zur Gruppe der schwächeren, solche von mehr als 5 mm zur Gruppe der Starkregen gerechnet. Die Häufigkeit der von 5 zu 5 mm reichenden Schwellenwerte für ganz Deutschland ergab eine schon von anderer Seite festgestellte hyperbelähnliche Kurve, die sich durch eine Gleichung von der Form

$$\log n = a - b\ (\log h)^2$$

darstellen läßt, in der n die Häufigkeit der Niederschläge von der Höhe h bezeichnet, und a und b Konstanten sind, deren Werte von den verschiedenen Gegenden abhängig sind.

Die Regenhäufigkeit der Tage mit mehr als 0,1 mm ist in den Gebirgen und an der Nordseeküste am größten, rund 180 bis 210 Tage im Jahre, dagegen am kleinsten im unteren Weichselgebiet, in der Oberrheinischen Tiefebene (164) und im mittleren Elbe- und Saalegebiet (166). An den hohen Werten der Gesamthäufigkeit an der Nordseeküste sind besonders die schwächern Niederschläge von 0,1—5,0 mm beteiligt, während diese in den süddeutschen Gebirgen, Voralpen, im Schwarzwald und Böhmisch-Bayrischen Wald stark zurücktreten. Die Zahl der Starkregen ist am größten in den Voralpen (92 Tage im Jahre), dem Schwarzwald (91), im Harz (77) und im Rheinischen Schiefergebirge (73). Ihre geringste Zahl finden wir im mittleren Elbe- und Saalegebiet (31) und im unteren Weichselgebiet (32). Die größten Werte der ungewöhnlich starken Regen finden sich natürlich in den höchsten Lagen.

Im jährlichen Gang der Niederschlagshäufigkeit herrscht im Binnenlande die Neigung zu Sommerregen, an der Küste dagegen zu Herbst und Winterregen vor. Die Amplitude des jährlichen Gangs ist bei den schwachen Niederschlägen nur gering, ihre Minima liegen im allgemeinen in den Sommermonaten, ihre Maxima in den Wintermonaten. Im jährlichen Gang der Starkregen ist ein mehr kontinentaler Zug zu finden. Die Höchstwerte entfallen vorwiegend auf den Juli, an der Ostseeküste auf den August. Nur an der Nordseeküste, im Harz und im Rheinischen Schiefergebirge sind die Starkregen im Herbst und Winter häufiger als im Sommer.

Die Darstellung der *Niederschlagsverteilung in Deuschland durch Isanomalen* soll die Abweichung der mittleren Jahressumme des Niederschlages eines Ortes vom berechneten, der Höhenlage entsprechenden Mittelwert zum Ausdruck bringen. Hierdurch wird sowohl der Einfluß der Nähe des Meeres, als auch die Einwirkung von Luv- und Leeseiten auf die Niederschlagsverteilung kenntlich gemacht. Für die zu diesem Zwecke nötige Berücksichtigung der mittleren Zunahme des Niederschlags mit der Höhe wurde nicht die tatsächlich vorhandene verschiedene Höhenzunahmen und die verschiedenen Lagen der Maximalzonen berücksichtigt, sondern es wurde den berechneten Abweichungen eine *mittlere* Zunahme für das ganze Gebiet zugrunde gelegt.

Für Höhenschichten von 100 zu 100 m wurden bis zu 1200 m Höhe für ganz Deutschland die mittleren Seehöhen und Niederschlagsmengen berechnet. Die in ein Koordinatensystem eingetragenen Werte liegen bis zu der genannten Höhe unweit einer Geraden, die

auf 100 m Höhenzunahme eine mittlere Regenzunahme von rund 90 mm ergibt. In den einzelnen Gebieten wies diese Zunahme die folgenden Werte auf: Thüringen 75, Schlesien 80, Süddeutschland 100, Westfalen 120, Rheinland bis 170 mm. Die Zonen des stärksten Niederschlages haben die nachstehenden Höhen: Riesengebirge 900, Thüringerwald 800, Harz 600, Westfalen 400, Rheinland 300 m.

Die auf Grund dieser Werte berechnete und gezeichnete Isanomalenkarte des Niederschlags von Deutschland zeigt, um nur die großen Züge hervorzuheben, ein Gebiet positiver Anomalie im ganzen Küstengebiet mit größerer Breite an der Nordseeküste und geringerer Breite an der Ostseeküste. Von den Gebirgen treten besonders die Luvseiten des Rechtsrheinischen Schiefergebirges, der Harz, das Hohe Venn, Schwarzwald und Alpen mit positiven Abweichungen hervor. Die übrigen Mittelgebirge in Norddeutschland haben sonst nur in ihren höchsten Erhebungen einen Regenüberschuß. Die Regenschattengebiete heben sich auf große Entfernungen hin deutlich ab. Im besonderen hat die Leeseite des Riesengebirges eine starke negative Abweichung. Aber auch oberes Neckar- und oberes Donaugebiet empfangen eine Regenmenge, die weit hinter der ihrer Höhe entsprechenden Menge zurückbleibt. Andererseits kommt der reichliche Niederschlag geringerer Erhebungen im norddeutschen Flachland deutlich in der Karte zum Ausdruck.

An zweiter Stelle machte in der gleichen Sitzung Herr Professor Dr. KASSNER Mitteilungen über den **Wolkenbruch am 21. Juni 1924 in Berlin.**

Dieses in den ersten Nachmittagsstunden des genannten Tages über den östlichen Stadtteilen und Vororten Berlins niedergehende Gewitter richtete durch seine Wassermassen großen Schaden an. Die Hauptmasse der Niederschläge (über 75 mm) fiel auf einer 6,3 qkm großen ovalen Fläche mit einer von NNO. nach SSW. gerichteten Längserstreckung von 4 km. Die größte gemessene Menge betrug 89 mm. Mit Einschluß der 50 mm Isohyete ist die gefallene Wassermenge auf 1 645 000 m³ zu veranschlagen. Außerhalb dieses Gebietes nimmt die gefallene Menge schnell ab. Die übrigen Groß-Berliner Stationen haben teilweise noch nicht 20 mm gemessen.

Die erwähnte größte Menge wurde von dem selbstschreibenden Regenmesser des Pumpwerks XII (Rudolfstraße 15) aufgezeichnet. Hier fiel der stärkste Guß in der Zeit von 12 Uhr 44 Minuten bis 1 Uhr 13 Minuten nachmittags und brachte 44,2 mm Niederschlag, also 1,84 mm in der Minute. In den 6 Minuten von 1 Uhr 7 Minuten bis 1 Uhr 13 Minuten war die Regendichte sogar noch erheblich größer; die in der Minute gefallene Wassermenge betrug dann 2,97 mm.

Der Vortragende betonte, daß solche Niederschlagsmengen als ungewöhnlich zu bezeichnen sind und bezüglich etwaiger Schadenersatzverpflichtungen unter den Begriff „höhere Gewalt" fallen. Kn.

Mitteilungen aus verschiedenen Gebieten.

Chemische Spektralanalyse mittels Röntgenstrahlen. Die im letzten Jahrzehnt entwickelte Methode der Röntgenspektroskopie hatte sich, wie so viele physikalische Arbeitsmethoden, als brauchbares Hilfsmittel zur Klärung rein chemischer Fragen erwiesen. Besonders dort, wo rein chemische Methoden nicht ausreichen, um auf Grund chemischer Eigenschaften Nachweis und Trennung nahe verwandter Elemente durchzuführen, kann die Röntgenspektroskopie als verfeinerte chemische Spektralanalyse wertvolle Dienste leisten und die chemischen Analysenmethoden ergänzen. Bei den chemischen Analysenmethoden handelt es sich darum, den Nachweis verschiedener Elemente dadurch zu führen, daß durch Überführung in eine bestimmte Verbindungsform Verbindungen von verschiedener Löslichkeit, Flüchtigkeit, Farbe usw. erzeugt werden, auf Grund deren ein Erkennen eines Elements durch eine besondere charakteristische Reaktion oder durch Trennung von den mit ihm vergesellschafteten anderen Elementen möglich ist. Da aber Elemente ein und derselben Gruppe in ihrem chemischen Verhalten oft wenig Unterschiede aufweisen, wie z. B. die seltenen Erden, ist die Analysengenauigkeit und insbesondere die Genauigkeit einer quantitativen Bestimmung manchmal eine sehr beschränkte. Im Gegensatz zu diesen chemischen Methoden vermag die Röntgenspektralanalyse eindeutige Aussagen zu machen, da sich diese Aussagen nicht auf gewisse chemische Eigenschaften, sondern auf die Eigenfrequenz des Elements, welche eine Funktion der Atomnummer ist, beziehen. Die Eigenfrequenz eines jeden Elements ist eine für dieses charakteristische Konstante. Die Problemstellung liegt damit vor, von einem bestimmten Element das charakteristische Röntgenspektrum anzulegen und zu messen.

Trifft ein Elektronenstrom auf einen festen Körper, so emittiert dieser Körper eine kurzwellige elektromagnetische Strahlung, die Röntgenstrahlen. Dabei treten zwei prinzipiell voneinander verschiedene Erscheinungen auf. Einmal emittiert der Körper eine Impulsstrahlung, die ein dem weißen Licht vergleichbares kontinuierliches Spektrum zeigt und dessen kurzwellige Grenze und Intensitätsmaximum von der Geschwindigkeit des Elektronenstroms, d. h. von der Röhrenspannung abhängt. Für die chemische Röntgenspektralanalyse ist dieses kontinuierliche Spektrum ohne große Bedeutung. Zweitens wird aber jedes Element durch den Elektronenstrom zu einer charakteristischen Eigenstrahlung angeregt, vorausgesetzt, daß der Elektronenstrom eine genügend große Geschwindigkeit besitzt. Diese Wellenlänge der Eigenstrahlung (und auch das kurzwellige Ende des kontinuierlichen Spektrums) sind mit der Anregungsspannung durch die Beziehung $\lambda \cdot V = 12\,300$ verknüpft, wenn man λ in Ångströmeinheiten (10^{-8} cm) und V in Volt ausdrückt. Die Elemente mit einer höheren Atomnummer emittieren mehrere charakteristische Linienserien. Für praktische spektralanalytische Messungen kommen jedoch nur die K- und L-Serie in Betracht.

Mithin ergibt sich in der praktischen Durchführung der Röntgenspektralanalyse eine einfache Versuchsanordnung. Um das Emissionsspektrum der zu untersuchenden Substanz aufzunehmen, muß man diese lediglich als Antikathode einer Röntgenröhre verwenden. Besteht die zu untersuchende Substanz aus einem Gemisch, einer Legierung oder einem Salz, so emittiert jedes Element, als ob es allein vorhanden wäre. Man erhält dann ein Mehrlinienspektrum, in welchem es leicht ist, nach Bestimmung der Wellenlängen jedem Element seine charakteristischen Serien zuzuordnen.

An die Röntgenröhre selbst sind zwei Anforderungen zu stellen. Es muß sich die Antikathode leicht auswechseln lassen, um nach Beendigung des Versuchs das alte Präparat zu entfernen und ein neues auf die Antikathode aufzustreichen. Zweitens muß die Strahlung, da es sich um relativ langwellige Strahlung ohne allzu

große Durchdringungsfähigkeit handelt, mit möglichst geringen Verlusten durch Absorption austreten können. Es sind somit medizinische Therapie- oder Diagnostikröhren von vornherein ausgeschlossen.

Es haben sich im Laufe der Zeit eine Anzahl von Metallröhrentypen entwickelt, welche alle für diese Zwecke verwendbar sind. Das gebräuchlichste Modell ist die Ionenröhre von HADDING[1]), mit welcher auch wir die besten Erfahrungen gemacht haben. Um eine Ionenröhre in Betrieb setzen zu können, ist ein Vakuum von etwa 10^{-2}—10^{-3} mm notwendig, welches durch ein beliebiges Pumpenaggregat erzielt werden kann. Zu gebrauchen sind Gasentladungsröhren bis zu Betriebsspannungen von etwa 50—60 000 Volt. Es empfiehlt sich, stets bei derartigen spektralanalytischen Untersuchungen mit der höchst erreichbaren Spannung zu arbeiten, da hier die Ausbeute an monochromatischer Intensität die beste ist und man die Sicherheit hat, alle Wellenlängen bis etwa 0,3 Å angeregt zu haben. Elemente mit hohem Atomgewicht, deren *K*-Serie bei noch tieferen Wellenlängen liegt, treten dann mit der *L*-Serie in das meßbare Gebiet, so daß praktisch alle Elemente mit Ausnahme der ersten beiden Reihen des periodischen Systems gemessen werden können. Die erste Reihe des periodischen Systems bis Na ist überhaupt nicht direkt meßbar und die zweite nur unter gewissen Vorsichtsmaßregeln, da die Strahlung zu langwellig ist. Für praktische Röntgenspektralanalyse kommen daher die Elemente von H bis Ca kaum in Betracht.

Statt dieser Ionenröhren können natürlich auch Glühkathodenröhren Verwendung finden. Hier wird der Elektronenstrom durch Thermoionen statt durch Gasentladung erzeugt, und das Vakuum muß deshalb ein höheres, etwa 10^{-6} mm, sein. Für spektralanalytische Materialprüfung erweisen sie sich insofern als unpraktisch, als z. B. bei Mineral- und Erzanalysen die letzten Gasreste des Präparats, welche erst unter der Einwirkung des aufprallenden Elektronenstroms abgegeben werden, leicht Störungen, wie Durchbrennen des Glühdrahts, hervorrufen können.

Das Präparat selbst wird am zweckmäßigsten auf die aufgerauhte Oberfläche der Antikathode gestrichen. Von anderer Seite[2]) wird ein Einbetten in Graphit und Wasserglas empfohlen. Bei quantitativen Bestimmungen wird das Präparat mit einer Vergleichssubstanz gemischt und die Intensität der Linien der Vergleichssubstanz und des gesuchten Elements verglichen. Aus dem Intensitätsverhältnis kann dann auf die Menge des betreffenden Elements geschlossen werden. Die Vergleichssubstanz muß natürlich ein Element enthalten, dessen Ordnungszahl in der Nähe jener des gesuchten Elements liegt. So wurde bei den quantitativen Hafniumbestimmungen von HEVESY und COSTER den Präparaten Ta zum Vergleich beigemengt (Hf = 72, Ta = 73).

Zur experimentellen Durchführung benutzt man am zweckmäßigsten einen Seemannschen oder Braggschen Spektrographen. Als Krystallgitter verwendet man gewöhnlich Steinsalz (d = 2,83 Å) oder Kalkspat (d = 3,03 Å), für längere Wellen Gips (d = 7,57 Å) und für sehr langwellige Röntgenstrahlen Rohzucker (d = 10,5 Å). In den meisten Fällen kommt man mit einem, höchstens zwei Gittern aus.

[1]) HADDING, Zeitschr. f. Physik **3**, 165. 1921. Vgl. auch SIEGBAHN, Röntgenspektroskopie 1924. (Springer.)

[2]) STINTZING, Zeitschr. f. physikal. Chem. **108**, 51. 1923.

Als Beispiel einer solchen Messung soll die Aufnahme mit Eisenantikathode eines mineralischen Platins angeführt werden. Verwendet wird ein Körnchen von einigen hundertstel Gramm. Eine Ausmessung des Filmstreifens ergab die in Tab. 1 wiedergegebenen Wellenlängen. Aus den angeführten Intensitäten kann man auf die Mengenverhältnisse schließen. Die einzelnen Linien rühren von den in der letzten Reihe angeführten Elementen her.

Tabelle 1.

Intensität	Wellenlänge		Serie	Linie	Element	
s st	1,932	D	K	α_2	Fe	aus der Antikathode
s st	1,928		K	α_1	Fe	
st	1,748	D	K	β_1	Fe	
st	1,736		K	β_2	Fe	
m	1,657	D	K	α_2	Ni	
m	1,653		K	α_1	Ni	
m	1,543	D	K	α_2	Cu	
m	1,539		K	α_1	Cu	
m	1,499		L	l	Pt	
s	1,388		L	α_1	Os	
s	1,350		L	α_1	Ir	
st	1,323		L	α_2	Pt	
s st	1,313		L	α_1	Pt	
m	1,142		L	β_3	Pt	
st	1,120		L	β_1	Pt	
st	1,101		L	β_2	Pt	
s	1,098		L	β_4	Pt	
m	0,958		L	γ_1	Pt	
s s	0,933		L	γ_2	Pt	
Bromband-kante	0,926		K	—	Photogr. Schicht	
s	0,615		K	α_1	Rh	
Silberband-kante	0,490		K	—	Photogr. Schicht	

(*s st* = sehr stark, *st* = stark, *m* = mittel, *s* = schwach *ss* = sehr schwach, *D* = Dublett.)

Wieviel weitgehender die Röntgenspektralanalyse einen Einblick in die Zusammensetzung von seltenen Erdmineralien gestattet als die chemische Analyse, mag folgendes Beispiel von HADDING[1]) zeigen.

Bei dem Fluocerit von OESTERBY hatte die chemische Analyse ergeben: Ce 39,33%; (La, Di) 30,82%; (J, Er, Yt) 3,19%; F 19,49%; C 4,43%; H_2O 1,78%; $CaCO_3$ 1,50%. Die Röntgenspektralanalyse, welche nicht nur jedes einzelne Element als solches durch eine charakteristische Linie nachweist, sondern auch sofort gestattet, aus der Intensität dieser Linie Schlüsse auf die relativen Mengenverhältnisse zu ziehen, ergab folgende Werte (die Zahlen beziehen sich auf das relative Mengenverhältnis): Ce 8, Pr 4, Nd 6, Element mit der Ordnungszahl „61" 1, Sa 4, Y 4, Er 1, Yt 4. Einmal weist also das Röntgenogramm das Pr, Nd, Sa und das noch unbekannte Element 61 nach, welche chemisch gar nicht einzeln gefaßt werden konnten, zweitens trennt es aber auch die analytisch gruppenweise bestimmten Elemente voneinander.

Auch die Untersuchung von Zirkonmineralien verschiedenster Herkunft durch HEVESY und JANTZEN[2]) gehört hierher. Denn hier ist die Röntgenspektralanalyse bisher die einzig sichere Analysenmethode auf Hafnium.

[1]) HADDING, Zeitschr. f. anorgan. Chem. **122**, 195. 1922.

[2]) HEVESY und JANTZEN, Zeitschr. f. angew. Chem. **134**, 113. 1924.

Die Genauigkeit des Nachweises liegt bei etwa 0,5—1%. Elemente, welche in geringerem Mengenverhältnis vorhanden sind, können nur nach sehr langen Belichtungszeiten sichtbar gemacht werden. Quantitative Bestimmungen mit Hilfe von Vergleichssubstanzen sind auf etwa 1% genau.

Man muß dabei nach Möglichkeit trachten, so viel Vergleichssubstanz beizumischen, um gleiche Intensitäten zu erhalten, oder um das zu suchende Element wenigstens eng einzugrenzen. Ein Ausphotometrieren der Filme ist dann nicht nötig, da auch mit rein visueller Schätzung genügende Genauigkeit erzielt werden kann.

Bei der experimentellen Durchführung der Versuche ist noch auf folgenden Punkt besonderer Wert zu legen. Die Energie des Elektronenstroms in der Röhre setzt sich fast quantitativ nach dem Aufprallen auf die Antikathode in Wärme um. Es ist deshalb für eine gute Kühlung Sorge zu tragen und bei leicht flüchtigen Substanzen mit kleiner Stromstärke zu arbeiten. Bei Substanzen mit hohem Schmelzpunkt ist dies ohne Bedeutung, und man kann ohne Schädigung der Versuchsergebnisse mit 20—40 Milliampere arbeiten.

Auch aus dem Röntgenabsorptionsspektrum lassen sich oft wichtige Schlüsse auf die Art der Zusammensetzung von Verbindungen ziehen. Doch sind hier die Anwendungsmöglichkeiten spezieller und beschränkter. Im Prinzip sind die Arbeitsmethoden jedenfalls dieselben wie bei der Spektralanalyse der Emissionsspektren.

Wir haben also hier ein Mittel in der Hand, um die rein chemischen Methoden wesentlich zu ergänzen, wenn auch natürlich nicht zu ersetzen. Zu dem obenerwähnten Vorteil der Auflösung einzelner Elementengruppen in jedes einzelne Element, wenn die chemisch analytischen Methoden versagen, kommt noch der zweite Vorteil, daß es bei der Prüfung auf eine unbekannte Verunreinigung leichter ist, ein Spektrogramm aufzunehmen, als einen ganzen Analysengang durchzuführen, und daß man drittens mit kleinen Substanzmengen auskommt. Dagegen besteht der Nachteil, daß die leichtesten Elemente von H bis Ca dieser Versuchsmethode entgehen. KARL BECKER.

Über die Unterscheidung zwischen elektrolytischer und metallischer Stromleitung in festen und geschmolzenen Verbindungen. (G. HEVESY, Det kgl. danske Videnskabernes Selskabs Mathematisk-fysiske Meddelelser 3, 12, S. 1—23.) Grundsätzlich ist die metallische Stromleitung so gut wie die elektrolytische mit einem Transport von Materie (Elektronen) verbunden. Infolge der verschiedenen Größe der Elektronen und Ionen sind die beiden Arten von Leitfähigkeit meist größenordnungsmäßig verschieden. Die obere Grenze der elektrolytischen Leitfähigkeit wird im Fall eines vollkommen dissoziierten Salzes erreicht, dessen Ionen eine möglichst hohe Wertigkeit haben und bei ihrer Bewegung auf einen möglichst geringen Reibungswiderstand stoßen. Diesem Falle entsprechen am ehesten die geschmolzenen Chloride, z. B. erreicht die Leitfähigkeit des Silberchlorids 5 Ohm^{-1}. Hier ist der dissoziierte Anteil jedenfalls ein so großer, daß er mit keiner Größenordnung übertroffen werden kann, die Zähigkeit ist bereits kleiner als die des Wassers bei Zimmertemperatur und auch der andere, den Reibungswiderstand des Ions bestimmende Faktor, die Ionengröße hat die untere Grenze erreicht, denn wesentlich kleiner als die Ionen der Elemente der ersten Gruppe ist nur das H'-Ion, und H'-Ionen sind in Kristallen oder in Schmelzen stets nur in minimalen Mengen vorhanden. Wenn die Leitfähigkeit geschmolzener Substanzen die der genannten Schmelzen übertrifft, so läßt sich ohne weiteres das Vorliegen metallicher Leitfähigkeit behaupten.

Kommen bei einem Körper metallische und elektrolytische Leitfähigkeit nebeneinander vor, so ist meistens der prozentische Anteil der materiellen elektrolytischen Leitfähigkeit und auch ihr absoluter Wert ein minimaler. An den Einheitswürfel des vorwiegend metallisch leitenden Cu_2S läßt sich eine Potentialdifferenz, wie sie zum Nachweis eines elektrolytischen Materietransportes nötig wäre, gar nicht anlegen, da bei einem Gefälle von 1 Volt schon 1000 Ampere durch den Einheitswürfel fließen.

HITTORF und BODLÄNDER haben jedoch eine Modifikation von Cu_2S dargestellt, deren metallische Leitfähigkeit stark vermindert ist, und hier kann tatsächlich eine sehr geringe Kupferabscheidung beim Stromdurchgang nachgewiesen werden. Die vorwiegend metallische Leitfähigkeit der Schwermetallsulfide hängt mit der geringen Elektronenaffinität des Schwefels zusammen, so daß der Stromtransport hier leichter durch die leicht abspaltbaren Elektronen des Metallatomes als durch die materiellen Träger erfolgt.

Der Nernststift hat bereits 2000° unterhalb seines Schmelzpunktes nur noch einen spezifischen Widerstand von 46 Ohm, was das Vorliegen einer überwiegend elektrolytischen Leitfähigkeit ausschließt. Die Gesamtleitfähigkeit des Nernststiftes nimmt mit zunehmender Temperatur verhältnismäßig wenig zu. Da der Widerstand, auf den die Ionen bei ihrer Bewegung stoßen, mit zunehmender Temperatur stark abnimmt, muß der elektrolytische Anteil der Leitfähigkeit mit zunehmender Temperatur hier beträchtlich anwachsen. In der Tat wird beim Stromdurchgang durch einen weißglühenden Nernststift sowohl eine schwache Sauerstoffentwicklung wie auch Polarisation beobachtet.

Ionen, welche in der festen Verbindung unter dem Einfluß elektrischer Kräfte verhältnismäßig leicht beweglich sind, lassen sich auch entsprechend leicht durch die Molekularbewegung verschieben. Hierbei handelt es sich um die Selbstdiffusion. Da bei Verbindungen von Blei, Wismut und Thorium die Geschwindigkeit der Selbstdiffusion durch Indikation mit radioaktiven Substanzen gemessen werden kann, läßt sich bei diesen Substanzen die mögliche elektrolytische Leitfähigkeit berechnen. So erweist sich die Leitfähigkeit von Chlorblei als rein elektrolytisch.

Daß in den Schmelzen von PbO und PbS_2 Bleiionen vorhanden sind, konnte noch experimentell dadurch gezeigt werden, daß sich ein Atomaustausch zwischen der Schmelze und dem festen Bodenkörper bei längerem Schütteln nachweisen ließ. Ein solcher Austausch erfolgt aber erfahrungsgemäß nur zwischen ionisierten Atomen. Der Atomaustausch selbst wird durch radioaktive Indizierung der einen Phase nachgewiesen.

Allgemein läßt sich sagen, daß die Entscheidung, ob metallische oder elektrolytische Leitfähigkeit vorliegt, fast immer durch eine Bestimmung der Widerstandsänderung beim Schmelzen getroffen werden kann. Nimmt der Widerstand beim Schmelzen um mehrere Zehnerpotenzen ab, so muß vorwiegend elektrolytische Leitfähigkeit vorliegen, da nur die Beweglichkeit von Ionen, nicht aber die von Elektronen beim Schmelzen größenordnungsmäßig erhöht wird.

Da sich die Selbstdiffusionsgeschwindigkeit im Kupfer abschätzen läßt, kann man berechnen, wie groß die elektrolytische Stromleitung im Kupfer unter der Annahme eines reinen Ionengitters sein kann. Sie ergibt sich zum 10^{25}. Teil der vorhandenen Leitfähigkeit, und darum kann ein Materietransport in reinen Metallen nicht nachgewiesen werden. Anders liegen die

Verhältnisse bei flüssigen Metallen. Hier sollte sich die Grenzfläche zweier Metalle beim Stromdurchgang schneller verschieben als dies allein durch Diffusion geschehen könnte. Tatsächlich haben N. G. Lewis, Adams und Lanman[1]) eine Änderung der Konzentration beim Stromdurchgang durch Kalium- und Natriumamalgam festgestellt, wobei überraschenderweise das Alkalimetall im Sinne des negativen Stromes gewandert zu sein schien. Dies erklärt sich daraus, daß auch das Quecksilber gewandert ist, und zwar wegen der doppelten Ladung seines Ions und seiner hohen Selbstdiffusionsgeschwindigkeit schneller als das Alkaliion. P. Günther.

Härten von kohlenstoffarmem Eisen. Der Sprachgebrauch unterscheidet zwischen Eisen und Stahl, wobei unter letzterem ein Material verstanden wird, das durch Abschrecken von einer gewissen Temperatur im Gegensatz zum Eisen gehärtet werden kann. Die Härtbarkeit ist an einen Gehalt an Kohlenstoff gebunden. In der Praxis wird die Grenze zwischen Eisen und Stahl bei 0,3% C gezogen. Diese Grenze hat jedoch nur eine praktische Bedeutung. Es ist bekannt, daß auch Materialien mit weniger Kohlenstoff sich härten lassen, wenn auch in geringerem Maße und unter anderen Bedingungen. Sauvageot und Delmas[2]) haben die Härtbarkeit einiger schwach gekohlter Eisensorten genauer untersucht. Die Versuchsstücke wurden von einer Reihe von Temperaturen aus in Wasser abgeschreckt und die mechanischen Eigenschaften gemessen. In der Tabelle findet man die minimalen Temperaturen, die zu einer deutlichen Härtung notwendig sind, für einige Materialien sowie die erreichten Härtegrade. Unterhalb dieser Temperaturen ist die Härtung unerheblich; in der Nähe der angegebenen Temperaturen nimmt sie schnell zu und führt etwa zur Verdoppelung der ursprünglichen Härte. Der Einfluß einer weiteren Temperatursteigerung auf die Härtung ist nur gering. Mit abnehmendem C-Gehalt steigt die Härtungstemperatur sehr erheblich; beim Eisen mit 0,05% C und 0,08% Mn konnte eine Härtung nicht erreicht werden.

Zusammensetzung C	Mn	Temperatur der deutlichen Härtung	Härte weich	gehärtet
0,05	0,08	—	100	
0,09	0,33	1400°—1450°	150	300
0,135	0,46	1300°		345
0,2	0,47	1000°		415
Kohlenstoff-Stahl		750°—850°		bis 700

Man weiß, daß zur Härtung allgemein die Erreichung einer Temperatur, die oberhalb der $\alpha-\gamma$-Umwandlung liegt, erforderlich ist. Für reines Eisen liegt diese Temperatur bei etwa 910°, für Stahl mit 0,9% C bei etwa 715°. In der Technik wird meistens vorgeschrieben, um eine Bildung von groben Krystallen zu vermeiden, die Härtungstemperatur möglichst dicht (ca. 50°) oberhalb der Umwandlung zu wählen. Man sieht aus der Tabelle, daß diese Vorschrift für schwach gekohlte Eisensorten gänzlich versagt. Bei diesen muß man zur Härtung zuweilen bis dicht an den Schmelzpunkt gehen. Die Härtung besteht metallographisch bekanntlich darin, daß während des Abschreckens die $\gamma-\alpha$-Umwandlung unter Ausbildung der *martensitischen* nadeligen Struktur charakteristisch unterbunden wird. Warum zu dieser Beeinflussung der $\gamma-\alpha$-Umwandlung bei kohlenstoffarmen Materialien die Erreichung einer Härtungstemperatur notwendig ist, die mehrere hundert Grad oberhalb der Umwandlungstemperatur liegt, ist zur Zeit ganz unklar. Um eine Überschreitung neuer Umwandlungslinien wird es sich nicht handeln, in erster Linie, weil beim Eisen im Temperaturintervall 900°—1400° keine weiteren Umwandlungen nachgewiesen worden sind. Andererseits handelt es sich auch nicht nur darum, die hohe Temperatur erreicht zu haben, sondern von dieser abzuschrecken; wenn ein Stück mit 0,09% C und 0,33% Mn auf 1450° erhitzt und vor der Abschreckung auf 950° abgekühlt wurde, trat keine Härtungswirkung ein.

Außer dem C fördert auch das Mn die Härtung sehr stark, wie ja dieses Element allgemein das Festhalten von unbeständigen Zuständen in Stahl erleichtert.

Es bedarf kaum der Erwähnung, daß die technischen Eigenschaften des so hoch erhitzten Eisens infolge der hierbei eintretenden groben Rekrystallisation schlecht sind. Das Material ist spröde. Die Resultate haben also nur theoretische Bedeutung, diese dürften jedoch für die weitere Erkenntnis des noch immer mangelhaft geklärten Härtungsproblems recht erheblich sein.

G. Masing.

Wasserstoffionenkonzentration und Permeabilität bei kalkfeindlichen Gewächsen. In früheren, an dieser Stelle besprochenen Untersuchungen gelangte Mevius zu dem Ergebnis, daß die „Kalkfeindlichkeit" vieler Hochmoorpflanzen auf einer Schädigung seitens der in Kalkböden auftretenden OH-Ionen beruht. Dieser Tatbestand ist im Einklang mit schon früher durch Paul verfochtenen Ansichten von anderer Seite dahin gedeutet worden, daß die OH-Ionen die in Frage kommenden Pflanzen (hauptsächlich die Torfmoore) dadurch vital treffen, daß deren *eigener* Säureproduktion entgegengearbeitet wird. Mevius hat nun diese Verhältnisse einer erneuten Analyse unterzogen und gelangt zu einer Ablehnung der Paulschen Deutung (Zeitschr. f. Botanik 16. 1924). Nach einer ausführlichen Besprechung der Literatur, die ihn zu der Feststellung führt, „daß es bisher noch nicht gelungen ist, nachzuweisen, daß von den Sphagnen leicht lösliche Säuren abgeschieden werden, noch, daß in den Wänden der Torfmoose besonders große Mengen von schwer löslichen Säuren vorhanden sind", teilt Mevius eine Reihe neuer Beobachtungen mit, die sich auf die aktuell gewordenen p_H-Bestimmungen stützen. Als Untersuchungsobjekte dienten ihm Torfmoosarten (Sphagnum) und Pinus pinaster. Es zeigte sich, daß das Gedeihen der Versuchspflanzen in engster Abhängigkeit steht von dem p_H-Gehalt der *Nährlösung* und zwar nimmt die Schädigung mit fallender H-Ionenkonzentration zu. Dieses Verhalten führt Mevius darauf zurück, daß durch geringen Gehalt an H-Ionen die Permeabilität für eindringende Salze so stark gesteigert wird, daß in den Protoplasten eine schädigende Ansammlung von Nährsalzen eintritt. Für diese Auffassung spricht besonders die Tatsache, daß die durch niederen H-Ionengehalt hervorgerufene Störungen um so stärker hervortreten, je höher die absolute Konzentration der Nährlösung ist. In schwachen Nährsalzlösungen wird auch ein niederer H-Ionengehalt verhältnismäßig gut ertragen. Damit stimmt auch die Erfahrungstatsache, daß säureliebende Arten wie Pinus Banksiana und Arctostaphylos uva ursi gelegentlich auch auf Sanddünen von alkalischer oder neutraler Bodenreaktion gedeihen; denn hier ist der Untergrund sehr nährstoffarm. In der freien Natur macht sich die Abhängigkeit gerade von der H-Ionenkonzentration dadurch geltend, daß nach den Beobachtungen von Wherry viele kalkfeindliche Moorpflanzen bei ihrem Vordringen von sauren nach alkalischen Böden bei einem ganz bestimmten p_H-Wert haltmachen. Damit scheint nun für die Kalkfeindlichkeit eine einheitliche Erklärungsgrundlage gewonnen zu sein. Stark.

[1]) J. Amer. Chem. Soc. 37, 2656. 1915.
[2]) Rev. de Métallurgie 20, 777. 1923.

Astronomische Mitteilungen.

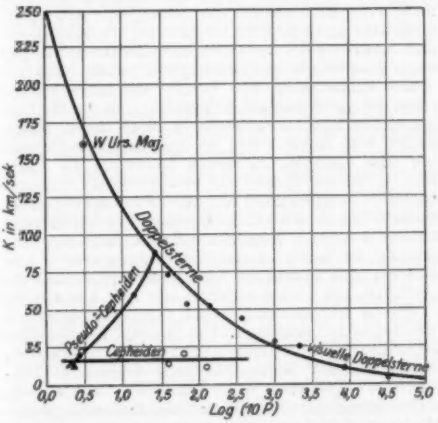
Die Natur der spektroskopischen Doppelsterne mit kurzer Periode sucht Otto Struve im Astrophysical. Journ. 60, H. 3, S. 167 klarzustellen. Die Periode P und die halbe Amplitude K der Schwankung der Radialgeschwindigkeit sind nach dem 3. Keplerschen Gesetz miteinander verknüpft durch die Beziehung

$$(m_1 + m_2)\sin^3 i = [3{,}01642 - 10]\left(K_1 + \frac{m_1}{m_2}K_1\right)^3 \cdot P \cdot (1 - e^2)^{3/2},$$

wobei m_1 und m_2 die Massen der Haupt- und Nebenkomponente, K_1 die halbe Amplitude der Radialgeschwindigkeitsschwankung vom m_1, i die Neigung der Bahnebene gegen die Tangentialebene an die Sphäre und e die Exzentrizität ist. Setzt man für $(m_1 + m_2)$, $\frac{m_1}{m_2}$, $\sin i$ und e Mittelwerte, so kann die Gleichung in der einfachen Form

$$K = C \cdot P^{-1/3} \qquad (1)$$

geschrieben werden. Diese Formel gilt ihrer Ableitung gemäß nur für das Mittel genügend großer Gruppen ähnlicher Sterne und braucht für individuelle Fälle nicht erfüllt zu sein.



Beziehung zwischen K und P bei spektroskopischen Doppelsternen.

● Spektroskopische Doppelsterne ohne Cepheiden.
○ Nur Cepheiden.
⊕ *W* Ursae Majoris.
▲ 10 spektroskopische Doppelsterne mit $P < 1$ Tag.

Struve prüft die Beziehung (1) an 144 spektroskopischen Doppelsternen mit bekannten Bahnen, deren Perioden zwischen wenigen Stunden und 9 Jahren im Falle der spektroskopisch untersuchten visuellen Doppelsterne liegen. Unter diesen 144 Sternen befinden sich auch 15 Veränderliche vom δ Cephei-Typus, die alle auffallend kleine Werte von K besitzen und für sich behandelt werden. Die Zusammenfassung des übrigen Materials in geeignete Gruppen unter Anordnung nach der Periodenlänge läßt erkennen, daß K von 4 km/sec bis auf 87 km/sec wächst, wenn P von 9 Jahren auf 2,45 Tage abnimmt. Die Sterne mit Perioden, die kleiner sind als 2,45 Tage, zeigen hingegen einen Abfall von K in der Art, daß für $P = 1{,}45$ Tag K im Mittel = 59,1 km sec und für $P = 0{,}28$ Tag $K = 17{,}5$ km/sec ist. Für die 15 Cepheiden, deren Perioden zwischen 0,2 und 17 Tagen liegen, ist keine solche Abhängigkeit zwischen K und P nachweisbar, vielmehr ist bei ihnen K sehr nahe konstant, im Mittel = 16,0 km/sec. Von besonderem Interesse ist das Resultat für 10 Sterne, bei denen die Perioden der Radialgeschwindigkeitsschwankung zwischen 0,11 und 0,57 Tag liegen. Für sie ergibt sich K im Mittel zu 15,1 km/sec. Nur ein Stern dieser Gruppe bildet eine auffällige Ausnahme, W Ursae Majoris, ein Bedeckungsveränderlicher mit $P = 0{,}334$ Tag. Für ihn fanden Adams und Joy $K = 161$ km/sec.

In der Figur sind die Resultate veranschaulicht. Die von rechts unten nach links oben verlaufende Kurve entspricht der Gleichung (1) unter Verwendung eines aus den Sternen mit $P > 2{,}45$ Tage berechneten Wertes von C. Der nach links unten abfallende Ast gehört zu den Sternen mit $P < 2{,}45$ Tage und die zur Abszissenachse parallele Gerade zu den δ Cephei-Veränderlichen. Die große Mehrzahl der Sterne mit kurzperiodischen Radialgeschwindigkeitsschwankungen folgt nicht mehr der Gleichung (1). W Ursae Majoris jedoch, dessen Doppelsternnatur durch den Verlauf des Lichtwechsels und die Beobachtung beider Komponenten im Spektrum ohne Zweifel erwiesen ist, fügt sich gut der für die Doppelsterne mit längeren Perioden als 2,45 Tage geltenden Beziehung ein, so daß man schließen kann, daß auch im Bereich der kurzen Perioden diese Beziehung (1) gilt.

Die Abweichung der beobachteten Werte von K für die sehr kurzperiodischen Sterne von den theoretisch folgenden weist also darauf hin, daß diese Sterne ihrer Natur nach wesentlich von den übrigen Doppelsternen verschieden sind und in ihrem Verhalten den Veränderlichen vom δ-Cephei-Typus nahestehen, was sowohl durch die nahe Übereinstimmung der für beide Gruppen gefundenen Mittelwerte von K als auch durch die Tatsache gestützt wird, daß bei mehreren von ihnen durch lichtelektrische Messungen geringe Helligkeitsschwankungen von einigen Hundertstel Größenklassen gefunden worden sind. Der Widerspruch zwischen dem bei diesen Sternen beobachteten Werte von K und dem aus der Doppelsterntheorie folgenden läßt sich am besten wohl dadurch erklären, daß wir es bei ihnen gar nicht mit wirklichen Doppelsternsystemen zu tun haben, sondern daß die Veränderlichkeit der Radialgeschwindigkeit auf Vorgänge zurückzuführen ist, deren Wesen wir bis heute noch nicht klar erkannt haben.

Otto Kohl.

Der Sternhaufen N. G. C. 6723 ist ein Kugelhaufen der typischen Art. Aus seinem scheinbaren Durchmesser von 9′,2 hatte Shapley in seiner bekannten Arbeit (Mt. Wilson Contr. 152) eine Parallaxe von 0″,000079 abgeleitet, entsprechend einer Entfernung von 12 700 parsecs. Danach zählt der Haufen zu den relativ nahen Objekten. Denn der uns nächste Haufen ω Centauri hat eine Entfernung von 6500 parsecs, während die mittlere Entfernung von 69 Haufen 23 000 parsecs beträgt. S. J. Bailey veröffentlicht nun eine Untersuchung über veränderliche Sterne in diesem Haufen (Harvard Circular 266), die es gestattet, die für die Entfernungsbestimmung sicherste Methode auch auf diesen Haufen zu übertragen. Es lagen im ganzen 74 brauchbare Platten vor, die sich auf den Zeitraum 1896—1923 verteilen und die Ableitung sehr guter Elemente des Lichtwechsels für die von Bailey 1897 gefundenen 16 Veränderlichen gestatten. Die gefundenen Perioden liegen zwischen $0^d.3385$ und $0^d.6190$, die Amplituden zwischen $0^m.50$ und $1^m.60$ und die Licht-

kurven sind alle vom δ-Cephei-Typus. Die mittlere photographische Helligkeit der 16 Sterne beträgt $15^m.33 \pm 0^m.03$. Aus dieser und der für die Haufenveränderlichen aus dem bekannten Zusammenhang zwischen Periode und absoluter Helligkeit von SHAPLEY seinerzeit abgeleiteten absoluten Helligkeit von $-0^m.23$ erhält man eine Parallaxe von $0''{,}000077$ in Übereinstimmung mit dem aus dem Durchmesser abgeleiteten Wert.

Neue Zeitzählung in der Astronomie. Der astronomische Tag begann bekanntlich bisher um 12 Uhr mittag des bürgerlichen Tages und die Stunden wurden von 0—24 Stunden durchgezählt. Der Hauptvorteil dieser Zählweise war der, daß der Datumwechsel nicht in die für den Astronomen vornehmlich in Betracht kommenden Nachtstunden fiel, so daß Fehler in der Datumsbezeichnung leichter vermieden wurden. Mit dem 1. Januar 1925 hört auf Grund internationaler Beschlüsse dieser Unterschied zwischen bürgerlichem und astronomischem Datum auf: die Astronomen schließen sich der bürgerlichen Zeitzählung an und rechnen mit der sog. *Weltzeit, das ist die mittlere Zeit Greenwich, beginnend mit der mittleren Mitternacht in Greenwich und von 0—24 Stunden durchgezählt.* Um Fehler bei der Festlegung der Zeit von Beobachtungen zu vermeiden, wird es wohl noch einige Zeit nötig sein, aus drücklich die Art der Zeit anzugeben, mit der gerechnet ist, zumal in einem wichtigen Punkt noch keine Einheitlichkeit herrscht: In Astr. Nachr. Nr. 5346 weist das Berliner Rechen-Institut darauf hin, daß Nautical Almanac und Berliner Jahrbuch die alte Zählweise der Julianischen Tage beibehalten haben, während American Ephemeris und Connaissance des Temps auch hier den Übergang zum bürgerlichen Tagesbeginn vollzogen haben.

Ein A-Stern mit großer Geschwindigkeit. LUYTEN hat im Harvard Bulletin 796 auf einen Stern 9. Größe mit A-Spektrum hingewiesen (AR = $23°56^m7$, Dekl. $-26°21'9$), der eine für einen solchen Stern ungewöhnliche große Eigenbewegung von $0''{,}366$ hat. TRÜMPLER teilt in den Publ. of the Astr. Soc. of the Pacific Vol. **36**, Nr. 214 Bestimmungen der Radialgeschwindigkeit dieses Sternes mit. Das Mittel aus 4 Aufnahmen mit zwei verschiedenen Spektrographen beträgt $V = +61 \pm 5$ km/sec. Außerdem wurde das Spektrum mit dem einer ausgewählten Reihe von 6 A-Sternen aus der Liste von ADAMS und JOY verglichen und zu A 3,5 *n* (*n* bedeutet verwaschene Linie) bestimmt. Daraus folgt (s. Naturwissenschaften **11**, 140. 1923 und **12**, 332. 1924) die absolute Helligkeit in der Entfernung 10 parsecs zu $+2^m0$, die spektroskopische Parallaxe zu $0''{,}0036$. Die sämtlichen Daten für den Stern sind:

Name	C. D. $-26°16876$
Visuelle Größe . . .	9^m2
Spektraltypus	A 3,5 *n*
Absolute Größe . . .	$+2^m0$
Parallaxe	$0''{,}0036$
Entfernung	278 parsecs
Eigenbewegung . . .	$0''{,}366$ im Pos.-W. $202°4$
Radialgeschwindigkeit	$+61$ km/sec
Totalgeschwindigkeit .	487 km/sec, gerichtet nach gal. Länge 288°, Breite $-4°$.

Der Stern ist also ein normaler Riese mit einer Geschwindigkeit, die den höchsten bekannten Sterngeschwindigkeiten gleichkommt. In der Bewegungsrichtung schließt er sich dem Strome der Sterne mit großen Geschwindigkeiten an. H. KIENLE.

Die perspektivische Verkürzung auf Spektroheliogrammen. In einer interessanten Mitteilung in den Proceedings der Amsterdamer Königlichen Akademie **27**, S. 451 weist W. H. JULIUS auf die merkwürdige Tatsache hin, daß die aus hellen und dunklen Flecken bestehende Struktur der Spektroheliogramme insbesondere solche, die mit der Wasserstofflinie H_α aufgenommen sind, nach dem Rande der Sonne zu nicht die Veränderungen aufweist, die man infolge der perspektivischen Verkürzung erwarten sollte. Während z. B. bei Aufnahmen des Mondes die am Rande der Mondscheibe liegenden Krater der perspektivischen Verkürzung entsprechend als elliptische Scheiben erscheinen, bleibt bei den genannten Spektroheliogrammen die Struktur der Sonnenoberfläche am Rande fast genau dieselbe wie in der Mitte. Diese Tatsache wird an verschiedenen Reproduktionen von Spektroheliogrammen illustriert. Die genauere Untersuchung, bei der die auf die Flächeneinheit entfallenden Flocken für verschiedene Teile der Sonnenoberfläche abgezählt wurden, ergab zwar eine schwache, der perspektivischen Verkürzung entsprechende Abhängigkeit der Flockenzahl von der Entfernung vom Mittelpunkte der Sonne, eine Abhängigkeit, die aber nicht entfernt so stark ist, wie man sie erwarten müßte bei der Annahme, daß man auf eine kugelförmige Scheibe mit gleichförmiger Struktur blickt.

Diese Beobachtung hält JULIUS nun für unvereinbar mit der gewöhnlichen Hypothese, daß die flockige Struktur der Sonnenoberfläche in ihren hellen Teilen herrührt von leuchtenden Wolken des betreffenden Gases oder Dampfes zu dessen Spektrum die Linie gehört, in dessen Lichte das entsprechende Spektroheliogramm aufgenommen ist. In der Tat müßte dann, wie man leicht einsieht, die perspektivische Verkürzung voll zum Ausdruck kommen. JULIUS zieht nun zur Erklärung der beschriebenen Erscheinung seine schon seit langer Zeit vertretene Auffassung heran, daß die Fraunhoferschen Linien nicht so sehr der Absorption, als vielmehr im wesentlichen der anomalen Dispersion ihre Entstehung verdanken. Die Struktur der Spektroheliogramme ist nach dieser Auffassung so zu erklären, daß das von der Sonnenoberfläche kommende kontinuierliche Spektrum mit Ausnahme der extrem scharfen Kerne der Fraunhoferschen Linien die photosphärischen Schichten ohne wesentliche Schwächung durchdringt, aber infolge der völlig unregelmäßigen Schwankungen der Dichte in diesen Schichten durch anomale Dispersion auch in völlig unregelmäßiger Weise abgelenkt wird, wodurch die flockige Struktur entsteht. Daß man bei dieser Art der Entstehung der Helligkeitsverteilung an der Oberfläche keine oder nur eine ganz schwache perspektivische Verkürzung zu erwarten hat, wird noch durch ein Experiment zu illustrieren versucht. Eine Glühlampe aus Milchglas ist umgeben von einer weiteren Gaskugel. Der Zwischenraum zwischen diesen wird mit unregelmäßigen Glaskörnern und mit Wasser gefüllt. Das ganze kommt in ein größeres Gefäß mit Wasser. Die Oberfläche der leuchtenden Lampe zeigt dann infolge der unregelmäßigen Brechung des von ihr ausgehenden Lichtes an den Glaskörnern eine aus hellen und dunklen Flecken bestehende Struktur, die aber nach dem Rande zu keine der perspektivischen Verkürzung entsprechende Änderung aufweist. W. GROTRIAN.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Dr.-Ing. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.